

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-259747

(43)Date of publication of application : 29.09.1998

(51)Int.Cl.

F02D 41/04  
 F02D 41/04  
 F01L 1/34  
 F02D 9/02  
 F02D 11/10  
 F02D 13/02  
 F02D 41/06  
 F02D 45/00

(21)Application number : 09-066117

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 19.03.1997

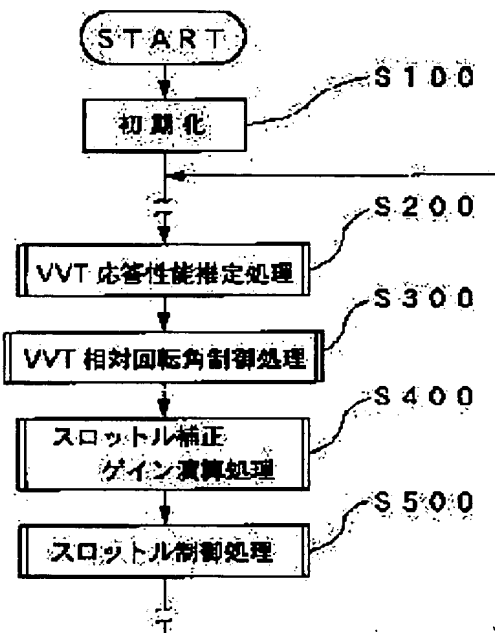
(72)Inventor : ISOBE TAJI

## (54) VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve emission and fuel consumption by a VVT (a valve timing control mechanism) and to prevent the occurrence of rush to a misfire region by suppression of rapid acceleration.

**SOLUTION:** In this device, simultaneously with closing of a power source, after initialization by a step S100, answer performance of a VVT is estimated by the operation state of an internal combustion engine at a step S200. At a step S300, the relative rotation angle of the VVT is controlled and at a step S400, a throttle correction gain to correct the opening of a throttle valve in a manner to match with answer performance of the VVT is computed. At a step S500, a throttle valve is controlled. Since when answer performance of the VVT is lowered, the opening of the throttle valve is corrected and controlled based on answer performance thereof, whereby effectiveness of the VVT is drawn to a maximum limit and emission and fuel consumption are improved, and by suppression of rapid acceleration, rush to a misfire area is prevented from occurring.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

## , \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] It is prepared in the driving force transfer system which transmits driving force to the driven shaft of an intake valve or an exhaust air bulb which opens and closes either at least from an internal combustion engine's driving shaft. Either said driving shaft or said driven shaft The valve timing controlling mechanism in which a relative revolution is free at predetermined include-angle within the limits, A driving shaft angle-of-rotation detection means to detect the angle of rotation of said driving shaft, and a driven shaft angle-of-rotation detection means to detect the angle of rotation of said driven shaft, An angular strain operation means to compute the angular strain which is the phase contrast of the angle of rotation of said driving shaft detected with said driving shaft angle-of-rotation detection means, and the angle of rotation of said driven shaft detected with said driven shaft angle-of-rotation detection means, A target angular strain operation means to compute the target angular strain which is the phase contrast made into the target of the angle of rotation of said driving shaft, and the angle of rotation of said driven shaft according to said internal combustion engine's operational status, A control angle of rotation is computed according to the deflection of said angular strain computed with said angular strain operation means, and said target angular strain computed with said target angular strain operation means. The angular strain control means which carries out the relative revolution of said driving shaft or said driven shaft according to said valve timing controlling mechanism, The throttle opening control means which controls the opening of a throttle valve which adjusts the inspired air volume to said internal combustion engine independently with an accelerator pedal control input based on various information, A responsibility ability presumption means to presume the responsibility ability of said valve timing controlling mechanism, The valve timing control unit for internal combustion engines characterized by providing a throttle opening amendment means to amend the opening of said throttle valve controlled by said throttle opening control means based on the responsibility ability presumed with said responsibility ability presumption means.

[Claim 2] Said responsibility ability presumption means is a valve timing control unit for internal combustion engines according to claim 1 characterized by including a responsibility ability amendment means to presume the responsibility ability of said valve timing controlling mechanism based on the oil temperature detected with the oil-temperature detection means directly or indirectly in the oil temperature of the hydraulic oil of said valve timing controlling mechanism, and to amend the presumed responsibility ability with said internal combustion engine's engine rotational speed.

[Claim 3] Said oil-temperature detection means is a valve timing control unit for internal combustion engines according to claim 2 characterized by detecting an oil temperature indirectly based on at least one of said internal combustion engine's current cooling water temperature, the cooling water temperature at the time of start up, after [ start up ] elapsed time, the count of start-up postignition, and the counts of after [ start up ] fuel injection.

[Claim 4] Said throttle opening amendment means is a valve timing control unit for internal combustion engines according to claim 1 characterized by computing the time constant at the time of controlling the opening of said throttle valve by said throttle opening control means from the responsibility ability of said valve timing controlling mechanism, and amending the opening of said throttle valve using said time constant.

[Claim 5] Said throttle opening amendment means is a valve timing control unit for internal combustion engines according to claim 1 characterized by including the throttle close control means which the responsibility ability of said valve timing controlling mechanism is falling, and delays predetermined time to said accelerator pedal control input while performing angle-of-delay side control of said valve timing controlling mechanism based on said accelerator pedal control input, when it judges that said internal

, combustion engine's operational status shifted to the slowdown side rapidly, and carries out close control of said throttle valve.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is the thing of an internal combustion engine's intake valve or an exhaust air bulb concerning the valve timing control unit for internal combustion engines which can be changed freely according to operational status in one of closing motion timing at least.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, what was indicated in JP,64-80733,A is known as advanced-technology reference relevant to the valve timing control unit for internal combustion engines. It has the so-called "electronic throttle system" which drives a motor according to an accelerator control input etc., and controls the opening of a throttle valve by this thing, and the valve timing controlling mechanism (valve-action modification device) which enables modification of the closing motion timing of an internal combustion engine's intake valve according to operational status. And the technique which changes the relation between an accelerator pedal control input and the opening of a throttle valve, and cancels the shock by the torque difference generated in case change actuation of the cam in a valve timing controlling mechanism is carried out is shown.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, a guard or control is forbidden to below predetermined for the controlled variable by the valve timing controlling mechanism until it becomes the oil temperature which is satisfied with the above-mentioned thing of the responsibility of the valve timing controlling mechanism which detects the oil temperature of hydraulic oil and is demanded. In such control, there was nonconformity that effectiveness over the improvement in the emission, fuel consumption, etc. in the internal combustion engine having a valve timing controlling mechanism could not be pulled out to the maximum extent.

[0004] Then, this invention was made in order to solve this nonconformity, and it is offering the technical problem the valve timing control unit for internal combustion engines which aimed at improvement in the emission, fuel consumption, etc. by the valve timing controlling mechanism. Furthermore, sudden acceleration is controlled according to the responsibility ability of a valve timing controlling mechanism, and the valve timing control unit for internal combustion engines which can prevent inrush in a flame-failure region is offered the technical problem.

[0005]

[Means for Solving the Problem] According to the valve timing control device for internal combustion engines of claim 1, based on the responsibility ability of the valve timing controlling mechanism presumed with the responsibility ability presumption means, the opening of a throttle valve which adjusts the inspired air volume to an internal combustion engine independently is amended by the throttle opening amendment means with the accelerator pedal control input controlled by the throttle opening control means. Since the opening of a throttle valve is amended and controlled based on the responsibility ability while an oil temperature is low and the responsibility ability of a valve timing controlling mechanism is falling by this, the effectiveness of a valve timing controlling mechanism is pulled out to the maximum extent, and improvement in emission, fuel consumption, etc. is achieved. Furthermore, while the responsibility ability of a valve timing controlling mechanism is falling, the effectiveness that inrush in a flame-failure region is prevented by sudden acceleration being controlled is acquired.

[0006] In the valve timing control device for internal combustion engines of claim 2, the responsibility ability of a valve timing controlling mechanism is presumed based on the oil temperature of the direct or indirect hydraulic oil detected with the oil-temperature detection means with a responsibility ability

- presumption means, and further, since the presumed responsibility ability is amended by the responsibility ability amendment means with engine rotational speed, the effectiveness that the responsibility ability of a valve timing controlling mechanism can be known to accuracy according to an internal combustion engine's operational status is acquired.

[0007] In the valve timing control unit for internal combustion engines of claim 3 With an oil-temperature detection means, an internal combustion engine's current cooling water temperature, the cooling water temperature at the time of start up, after [ start up ] elapsed time, Based on at least one of the count of start-up postignition, and the counts of after [ start up ] fuel injection, an oil temperature detects indirectly. That is, since the oil temperature of hydraulic oil is presumed based on the gross calorific value by friction of the transition state of cooling water temperature, an internal combustion engine's working stroke, a cylinder, etc. in an internal combustion engine's operational status, the effectiveness that an oil-temperature sensor becomes unnecessary is acquired.

[0008] In the valve timing control device for internal combustion engines of claim 4, the throttle control time constant at the time of controlling the opening of a throttle valve by the throttle opening control means from the responsibility ability of a valve timing controlling mechanism is computed, and the opening of a throttle valve is amended by the throttle opening amendment means using the throttle control time constant. That is, based on the speed of response of a valve timing controlling mechanism, the throttle control time constant at the time of control of the opening of a throttle valve is computed as opening amendment of a throttle valve, and since it is made to correspond to the responsibility ability of a valve timing controlling mechanism with the throttle control time constant and the operating speed of a throttle valve is graduated, the effectiveness that sudden acceleration is conjointly controlled with the effectiveness of a valve timing controlling mechanism is acquired.

[0009] In the valve timing control device for internal combustion engines of claim 5, when it is judged that the responsibility ability of a valve timing controlling mechanism was falling with the throttle opening amendment means, and an internal combustion engine's operational status shifted to the slowdown side rapidly, while angle-of-delay side control of a valve timing controlling mechanism is performed based on an accelerator pedal control input, it delays predetermined time to an accelerator pedal control input by the throttle close control means, and close control of the throttle valve is carried out. The effectiveness that the flame failure of the internal combustion engine which originates in buildup of the internal EGR (residual gas of a combustion chamber) by the delay of a valve timing controlling mechanism to rapid angle-of-delay actuation of a valve timing controlling mechanism by this can be prevented is acquired.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example.

[0011] Drawing 1 is the outline block diagram showing the double overhead cam type internal combustion engine which applied the valve timing control device for internal combustion engines concerning one example of the gestalt of operation of this invention, and its peripheral device.

[0012] Setting to drawing 1, 1 is an internal combustion engine and 2 is the angle of rotation  $\theta_1$  of the crankshaft 31 as an internal combustion engine's 1 driving shaft. The crank angle sensor which detects a signal, The coolant temperature sensor with which 3 detects an internal combustion engine's 1 cooling water temperature THW signal, and 4 are the angle of rotation  $\theta_2$  of the cam shaft 33 as a driven shaft by the side of an internal combustion engine's 1 intake valve 32. A signal is detected. Angle of rotation  $\theta_1$  from the crank angle sensor 2 The cam angle sensor for computing an angular strain (seconds of arc) from phase contrast with a signal, The throttle opening sensor by which 5 detects the throttle opening TA signal of a throttle valve 14, Inspired-air-volume sensors, such as an air flow meter with which 6 detects the inhalation air content QA signal to an internal combustion engine 1, The oil-temperature sensor which 7 is installed in the middle of an oilway, and detects the oil-temperature THO signal of hydraulic oil, The accelerator opening sensor by which 8 detects the accelerator opening AP signal as an accelerator pedal control input, The oil-pressure-control bulb by which 9 carries out adjustment control of the oil pressure of hydraulic oil (it is described as "OCV" below Oil-flow Control Valve:), 10 as an actuator which controls a cam shaft 33 by oil pressure adjusted by OCV9 to the target angular strain (target seconds of arc) which is the phase contrast made into a target with a crankshaft 31 The hydraulic valve timing controlling mechanism installed in the \*\*\*\*\* 32 side (below VariableValve Timing Control Mechanism:) The oil strainer described as "VVT" for 11 to suck up hydraulic oil from the inside of an internal combustion engine's 1 oil pan mechanism, The DC motor as the lubricating oil pump with which 12 feeds hydraulic oil, and an actuator which 13 drives so that it may be made in agreement with the target throttle opening to which the

- throttle opening of a throttle valve 14 is directed, 20 is ECU (Electronic Control Unit: electronic control) which detects an internal combustion engine's 1 operational status based on the input signal from various sensors, calculates the optimal control value, and outputs a driving signal to OCV9 or DC motor 13.
- [0013] Next, the electric configuration of ECU20 is explained with reference to drawing 2 R> 2.
- [0014] ROM22 in which ECU20 stored CPU21 as a well-known central processing unit, and the control program in drawing 2, RAM23 which stores various data, the cooling water temperature THW signal from a coolant temperature sensor 3, The throttle opening TA signal from the throttle opening sensor 5, the inhalation air content QA signal from the inspired-air-volume sensor 6, Angle of rotation theta 1 from the A/D-conversion circuit 24 and the crank angle sensor 2 which change each analog signal of the oil-temperature THO signal from the oil-temperature sensor 7, and the accelerator opening AP signal from the accelerator opening sensor 9 into a digital signal Angle of rotation theta 2 from a signal and the cam angle sensor 4 A signal The below-mentioned OCVDuty computed by CPU21 based on the waveform shaping circuit 25 to shape in waveform and these various information the driving signal ITAEX based on OCV9 and the output throttle opening TAEX for the driving signal IDOCV based on the control (duty ratio) value DOCV It is constituted as a logic operation circuit which consists of an output circuit 26 for outputting to DC motor 13, respectively.
- [0015] Next, it explains based on the flow chart of drawing 3 which shows the base routine of CPU21 in ECU20 currently used with the valve timing control device for internal combustion engines concerning one example of the gestalt of operation of this invention. In addition, this base routine is repeatedly performed by CPU21 for every predetermined time.
- [0016] In drawing 3, initialization is first performed by the charge and coincidence (at the time of power-source starting) of a power source at step S100. In this initialization, the memory content of RAM23 grade is set as initial value, or the input signal from various sensors is checked. Full-scale control processing after initialization by this step S100 and within the following loop formations is performed repeatedly.
- [0017] At step S200, presumed processing of the responsibility ability of VVT10 is performed according to an internal combustion engine's 1 operational status. Next, it shifts to step S300 and VVT angular strain control processing is performed. Next, it shifts to step S400 and data processing of the throttle amendment gain for amending the throttle opening of a throttle valve 14 that the responsibility ability of VVT10 presumed at step S200 should be suited is performed. Next, after shifting to step S500 and performing throttle control processing, the processing same to step S200 as return is performed repeatedly.
- [0018] Next, each processing in an above-mentioned base routine is explained to a detail for every subroutine.
- [0019] The detail of the VVT responsibility ability presumption manipulation routine in step S200 of drawing 3 is explained with reference to VVT response characteristic drawing of drawing 5 based on the flow chart of drawing 4. In addition, this subroutine is repeatedly performed by CPU21 every 120ms.
- [0020] In drawing 4, the oil temperature THO of the hydraulic oil of VVT10 is first read at step S201. Next, it shifts to step S202 and the speed of response ARBAS in case VVT10 displaces to a tooth-lead-angle side to the oil temperature THO read at step S201 is computed from a table. The table showing the relation of this oil temperature THO and speed of response ARBAS is the optimum value calculated by experiment etc. in consideration of the VVT speed of response beforehand influenced of an oil temperature THO like the after-mentioned. Next, it shifts to step S203 and the speed of response RRBAS in case VVT10 displaces to an angle-of-delay side similarly to the oil temperature THO read at step S201 is computed from a table. In addition, since VVT response characteristics differ by the tooth-lead-angle and angle-of-delay side to the oil temperature THO with the same VVT speed of response, each table is prepared.
- [0021] As shown in drawing 5 (a), here OCVDuty outputted to OCV9 If the inclination (A/B) of the angular strain VT [**\*\*CA**] which follows the target angular strain VTT when changing the control value DOCV to 100% from 0% [**\*\*CA**], and changes is made into a VVT speed of response [**\*\*CA/sec**] The VVT speed of response by the side of a tooth lead angle and the angle of delay changes in a property as shown in drawing 5 (b) corresponding to an oil temperature [**\*\***].
- [0022] Next, at this example, it is the discharge quantity which is proportional to the engine rotational speed NE since the lubricating oil pump 12 of the hydraulic oil of VVT10 is being interlocked with an internal combustion engine's 1 actuator, since the same hydraulic oil as actuation of VVT10 is used, it will be influenced, and the rate correction factor FNE to the engine rotational speed NE is computed from a table at step S204. The table showing the relation between this engine rotational speed NE and the rate correction factor FNE is the optimum value beforehand calculated by count, experiment, etc. from pump characteristics.

[0023] Next, it shifts to step S205, the multiplication of the rate correction factor FNE is carried out to the tooth-lead-angle side speed of response ARBAS computed at step S202, and the final tooth-lead-angle side speed of response ARPNS is computed. Next, it shifts to step S206, and the multiplication of the rate correction factor FNE is carried out to the angle-of-delay side speed of response RRBAS computed at step S203, the final angle-of-delay side speed of response RRPNS is computed, and this routine is ended.

[0024] It is the method which carries out valve timing control by VVT10 only to an inspired air flow path, as the view of the tooth lead angle/angle of delay to an intake valve 32 is shown in drawing 6, the valve timing of the exhaust air bulb 34 is fixed to TDC (Top Dead Center: top dead center), and the amount of overlap is flexibly controlled by this example by the tooth lead angle / carrying out the angle of delay in the valve timing of an intake valve.

[0025] Next, the detail of the VVT angular strain control manipulation routine in step S300 of drawing 3 is explained based on the flow chart of drawing 7. In addition, this subroutine is repeatedly performed by CPU21 every 16ms.

[0026] In drawing 7, the engine rotational speed NE and the inhalation air content QA are read at step S301. Next, it shifts to step S302 and the target angular strain of VVT10 is computed from a map based on the engine rotational speed NE and the inhalation air content QA which were read at step S301. Here, a is computed as a target angular strain from a map at the time of  $NE=ne1$  and  $QA=qa1$ . The target angular strain which can be found from this map is the optimum value beforehand calculated by count, experiment, etc.

[0027] Next, it shifts to step S303 and the target angular strain a computed at step S302 is stored in "VTT" of the storage region of the target angular strain of RAM23. Therefore, in the following explanation, it is described as the target angular strain VTT. Next, it shifts to step S304 and the current angular strain (it is described also as a real angular strain) VT of VVT10 based on each input signal from the crank angle sensor 2 and the cam angle sensor 4 is read. Next, it shifts to step S305 and is the last angular strain VT (i-1). This angular strain VT (i) The differential value DLVT is computed from deflection. Next, it shifts to step S306 and is this angular strain VT (i). The angular strain deflection ERVT is computed from deflection with the target angular strain VTT.

[0028] Next, it shifts to step S307 and P (proportion) term correction value PVT is computed from a table based on the angular strain deflection ERVT computed at step S306. Next, it shifts to step S308 and D (differential) term correction value DVT is computed from a table based on the differential value DLVT computed at step S305. In addition, D term correction value DVT computed from a table at P term correction value PVT and step S308 which are computed from a table at step S307 is an optimum value beforehand calculated by count, experiment, etc. Next, P term correction value PVT which shifted to step S309 and was computed at step S307, D term correction value DVT computed at step S308, and the last OCVDuty The control value DOCV is added and it is final OCVDuty. The control value DOCV is computed and this routine is ended. This OCVDuty VVT angular strain control is performed by VVT10 through OCV9 to which the control value DOCV is outputted. Here, it is OCVDuty as actuation of OCV9 shows property drawing to drawing 8. An angular strain control value [ $**CA$ ] is increased by oil quantity being increased in proportion to the control value DOCV [%].

[0029] Next, the detail of the throttle amendment gain data-processing routine in step S400 of drawing 3 is explained based on the flow chart of drawing 9. In addition, this subroutine is repeatedly performed by CPU21 every 8ms.

[0030] In drawing 9, the differential value DLVT computed at step S305 of drawing 7 by step S401 is read. Next, it shifts to step S402 and it is judged whether the differential value DLVT is zero or more. When the differential value DLVT is zero or more, it shifts to step S403 noting that the variation rate by the side of the tooth lead angle of an angular strain VT is directed, and the tooth-lead-angle side speed of response ARPNS presumed and computed from an internal combustion engine's 1 operational status at step S205 of drawing 4 is read. Next, it shifts to step S404, the throttle control time constant T at the time of tooth-lead-angle side control is computed from a table based on the tooth-lead-angle side speed of response ARPNS read at step S403, and this routine is ended. In addition, the throttle control time constant T corresponding to the tooth-lead-angle side speed of response ARPNS for suiting the table used at step S404 at the responsibility ability of VVT10, and controlling the operating speed of a throttle valve 14 is beforehand called for by count, experiment, etc., and is set up.

[0031] On the other hand, the criteria of step S402 are not satisfied, but when the differential value DLVT is less than zero, it shifts to step S405 noting that the variation rate by the side of the angle of delay of an angular strain VT is directed, and the angle-of-delay side speed of response RRPNS presumed and

computed from an internal combustion engine's 1 operational status at step S206 of drawing 4 is read. Next, it shifts to step S406, the throttle control time constant  $T$  at the time of angle-of-delay side control is computed from a table based on the angle-of-delay side speed of response RRPNS read at step S405, and this routine is ended. In addition, the throttle control time constant  $T$  corresponding to the angle-of-delay side speed of response RRPNS for suiting the table used at step S406 at the responsibility ability of VVT10, and controlling the operating speed of a throttle valve 14 is beforehand called for by count, experiment, etc., and is set up.

[0032] Next, the detail of the throttle control manipulation routine in step S500 of drawing 3 is explained based on the flow chart of drawing 10. In addition, this subroutine is repeatedly performed by CPU21 every 8ms.

[0033] In drawing 10, the accelerator opening  $AP$  is read at step S501. Next, it shifts to step S502 and the target throttle opening  $TTA$  to the accelerator opening  $AP$  read at step S501 is computed from a table. The target throttle opening  $TTA$  when changing in consideration of an internal combustion engine's 1 drivability (Drivability), a controllability, etc. to the accelerator opening  $AP$  is set to this table. Next, it shifts to step S503, gain amendment is performed to the target throttle opening  $TTA$  through the model  $\{1/(1+T-S)\}$  of a transfer function, and the final output throttle opening  $TAEX$  is computed. In addition,  $T$  in a model is the throttle control time constant for which it asked at step S404 or step S406 of drawing 9.

[0034] Next, it shifts to step S504 and the current throttle opening  $TA$  is read. Next, it shifts to step S505 and it is judged whether it is over the output throttle opening  $TAEX$  by which the current throttle opening  $TA$  read at step S504 was computed at step S503. When the current throttle opening  $TA$  is over the output throttle opening  $TAEX$ , it shifts to step S506, actuation processing which drives DC motor 13 which opens and closes a throttle valve 14 to a close side, and makes the current throttle opening  $TA$  in agreement with the output throttle opening  $TAEX$  is performed, and this routine is ended.

[0035] On the other hand, when the criteria of step S505 are not satisfied, it shifts to step S507 and it is judged whether it is under the output throttle opening  $TAEX$  by which the current throttle opening  $TA$  read at step S504 was computed at step S503. When the current throttle opening  $TA$  is under the output throttle opening  $TAEX$ , it shifts to step S508, actuation processing which drives DC motor 13 which opens and closes a throttle valve 14 to an open side, and makes the current throttle opening  $TA$  in agreement with the output throttle opening  $TAEX$  is performed, and this routine is ended. On the other hand, when the criteria of step S507 are not satisfied, processing which shifts to step S509 noting that the current throttle opening  $TA$  is in agreement with the output throttle opening  $TAEX$ , makes a idle state DC motor 13 which opens and closes a throttle valve 14, and holds the current throttle opening  $TA$  (maintenance) is performed, and this routine is ended.

[0036] Next, an operation of this example is explained using the timing diagram of drawing 11. In addition, this timing diagram describes only the control the convenience top of explanation, and by the side of the tooth lead angle of VVT10.

[0037] Based on the oil temperature  $THO$  for operating VVT10, the tooth-lead-angle side speed of response ARPNS which can follow VVT10 is called for. Next, so that nonconformities, such as a flame failure, may not occur by acceleration/slowdown of the throttle valve 14 quicker than the tooth-lead-angle side speed of response ARPNS By the suiting throttle control time constant  $T$  being computed, and the throttle control rate  $TAEX$ , i.e., an output throttle opening, being amended by this throttle control time constant  $T$  Since the target angular strain  $VTT$  corresponding to the VVT speed of response determined by the oil temperature  $THO$  at that time is set up, the angular strain deflection  $ERV$  which is the deflection of the target angular strain  $VTT$  and the present angular strain  $VT$  can be stopped small. The flattery nature of an internal combustion engine's 1 valve timing in a fuel system or ignition system control becomes good by this, and drivability, emission, etc. improve.

[0038] Furthermore, although the responsibility ability of VVT10 was made to suit with the throttle control time constant  $T$  and the operating speed of a throttle valve 14 is graduated also in a slowdown region or the angle-of-delay region of VVT10 in the above-mentioned example As a timing diagram is shown in drawing 12, when the accelerator opening differential value  $DLAP$  by the side of close [ of the accelerator opening  $AP$  as an accelerator control input ] turns into beyond the predetermined value  $\gamma$  By controlling a throttle valve 14 to a close side, after operating and carrying out predetermined period delay (delay) of VVT10 to an angle-of-delay side beforehand based on the accelerator opening  $AP$  The flame failure of the internal combustion engine 1 which originates in buildup of the internal EGR by the delay of VVT10 to rapid angle-of-delay actuation of VVT10 can be prevented.

[0039] Thus, the valve timing control unit for internal combustion engines of this example It is prepared in



the driving force transfer system which transmits driving force to the cam shaft 33 as a driven shaft which opens and closes an intake valve 32 from the crankshaft 31 as an internal combustion engine's 1 driving shaft. A cam shaft 33 VVT10 in which a relative revolution is free at predetermined include-angle within the limits, Angle of rotation  $\theta_1$  of a crankshaft 31 The crank angle sensor 2 as a driving shaft angle-of-rotation detection means to detect, Angle of rotation  $\theta_2$  of a cam shaft 33 The cam angle sensor 4 as a driven shaft angle-of-rotation detection means to detect, Angle of rotation  $\theta_1$  of the crankshaft 31 detected by the crank angle sensor 2 Angle of rotation  $\theta_2$  of the cam shaft 33 detected by the cam angle sensor 4 to receive Phase contrast, Namely, the angular strain operation means attained by CPU21 in ECU20 which computes the angular strain VT of a cam shaft 33, An internal combustion engine's 1 operational status is embraced, and it is the angle of rotation  $\theta_1$  of a crankshaft 31. Angle of rotation  $\theta_2$  of a cam shaft 33 The target angular strain operation means attained by CPU21 in ECU20 which computes the target angular strain VTT which is target phase contrast, A control angle of rotation is computed according to the deflection ERVT of the angular strain VT computed with said angular strain operation means, and the target angular strain VTT computed with said target angular strain operation means. The angular strain control means attained by CPU21 in ECU20 which carries out the relative revolution of the cam shaft 33 by VVT10, The throttle opening control means attained by CPU21 in ECU20 which controls the opening of a throttle valve 14 which adjusts the inspired air volume to an internal combustion engine 1 independently with the accelerator opening AP as an accelerator pedal control input based on various information, The responsibility ability presumption means attained by CPU21 in ECU20 which presumes the responsibility ability of VVT10, The throttle opening amendment means attained by CPU21 in ECU20 which amends the opening of the throttle valve 14 controlled by said throttle opening control means based on the responsibility ability presumed with said responsibility ability presumption means is provided.

[0040] Therefore, based on the responsibility ability of VVT10 presumed by CPU21 in ECU20 which attains a responsibility ability presumption means, the opening of a throttle valve 14 which adjusts the inspired air volume to an internal combustion engine 1 independently is amended by CPU21 in ECU20 which attains a throttle opening amendment means with the accelerator opening AP as an accelerator pedal control input controlled by CPU21 in ECU20 which attains a throttle opening control means. Since the opening of a throttle valve 14 is amended and controlled based on the responsibility ability while an oil temperature is low and the responsibility ability of VVT10 is falling by this, the effectiveness of VVT10 is pulled out to the maximum extent, and improvement in emission, fuel consumption, etc. is achieved. Furthermore, while the responsibility ability of VVT10 is falling, inrush in a flame-failure region is prevented by sudden acceleration being controlled.

[0041] Moreover, the valve timing control unit for internal combustion engines of this example presumes the responsibility ability of VVT10 based on the oil temperature THO by which the responsibility ability presumption means attained by CPU21 in ECU20 was directly detected by the oil-temperature sensor 7 as an oil-temperature detection means in the oil temperature THO of the hydraulic oil of VVT10, and a responsibility ability amendment means to amend the presumed responsibility ability with an internal combustion engine's 1 engine rotational speed NE is included. That is, since the tooth-lead-angle side speed of response ARBAS and the angle-of-delay side speed of response RRBAS are computed based on the oil temperature THO of hydraulic oil, it is further amended with the engine rotational speed NE and the tooth-lead-angle side speed of response ARPNS and the angle-of-delay side speed of response RRPNS are called for as responsibility ability of VVT10 as specifically shown in drawing 4 R> 4, the responsibility ability of VVT10 can be known to accuracy according to an internal combustion engine's 1 operational status.

[0042] And the valve timing control unit for internal combustion engines of this example computes the throttle control time constant T at the time of controlling the opening of a throttle valve 14 by the throttle opening control means to which the throttle opening amendment means attained by CPU21 in ECU20 is attained by CPU21 in ECU20 from the responsibility ability of VVT10, and amends the opening of a throttle valve 14 using the throttle control time constant T. As opening amendment of a throttle valve 14, namely, specifically As are shown in drawing 9, and the throttle control time constant T at the time of control of the opening of a throttle valve 14 is computed based on the positive/negative of the differential value DLVT, the tooth-lead-angle side speed of response ARPNS of VVT10, and the angle-of-delay side speed of response RRPNS and it is shown in drawing 10 Since the responsibility ability of VVT10 is made to suit with the throttle control time constant T and the operating speed of a throttle valve 14 is graduated, sudden acceleration is conjointly controlled with the effectiveness of VVT10.

[0043] Furthermore, the valve timing control unit for internal combustion engines of this example The responsibility ability of VVT10 is falling [ the throttle opening amendment means attained by CPU21 in

ECU20 ], and when it judges that an internal combustion engine's 1 operational status shifted to the slowdown side rapidly While performing angle-of-delay side control of VVT10 based on the accelerator opening AP as an accelerator pedal control input, the throttle close control means which delays predetermined time to the accelerator opening AP, and carries out close control of the throttle valve 14 is included. As an accelerator pedal control input, namely, specifically As shown in drawing 12 , when the accelerator opening differential value DLAP by the side of close [ of the accelerator opening AP ] turns into beyond the predetermined value gamma Since a throttle valve 14 is controlled at a close side after operating and carrying out predetermined period delay of VVT10 to an angle-of-delay side beforehand based on the accelerator opening AP, The flame failure of the internal combustion engine 1 which originates in buildup of the internal EGR by the delay of VVT10 to rapid angle-of-delay actuation of VVT10 can be prevented. [0044] By the way, in the above-mentioned example, in VVT responsibility ability presumption, although the oil-temperature sensor 7 has detected the oil temperature of hydraulic oil directly, when carrying out this invention, it is not limited to this and you may presume from the transition state of an internal combustion engine's cooling water temperature, the transition state of the temperature of a cylinder wall, the cooling water temperature at the time of start up, elapsed time, etc.

[0045] Such a valve timing control unit for internal combustion engines detects an oil temperature THO indirectly based on at least one, while oil-temperature detection means are an internal combustion engine's 1 present cooling water temperature, the cooling water temperature at the time of start up, after [ start up ] elapsed time, a count of start-up postignition, and a count of after [ start up ] fuel injection. That is, since the oil temperature of hydraulic oil is presumed based on the gross calorific value by friction of the transition state of cooling water temperature, an internal combustion engine's 1 working stroke, a cylinder, etc. in an internal combustion engine's 1 operational status, it is not necessary to necessarily arrange the oil-temperature sensor [ as / in an above-mentioned example ] 7.

---

[Translation done.]

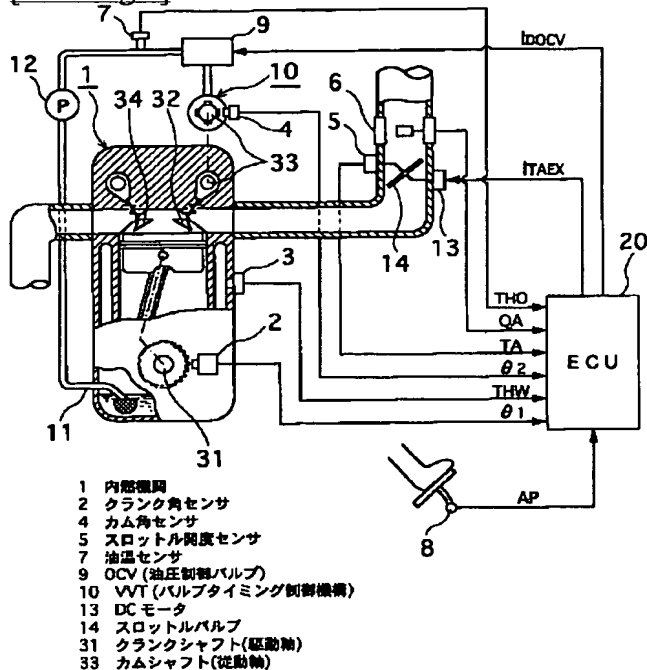
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

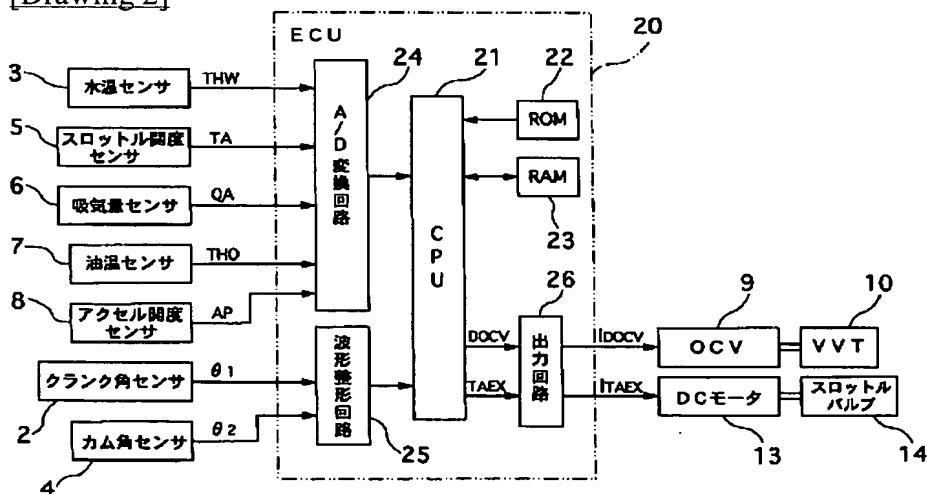
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

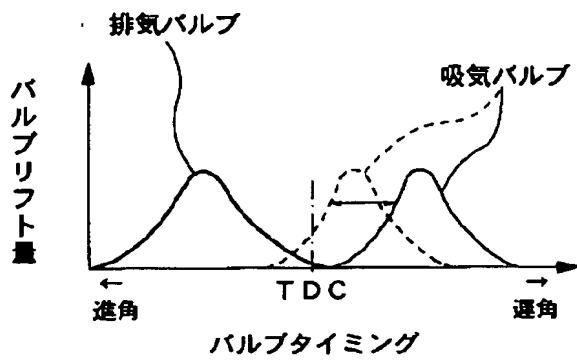
[Drawing 1]



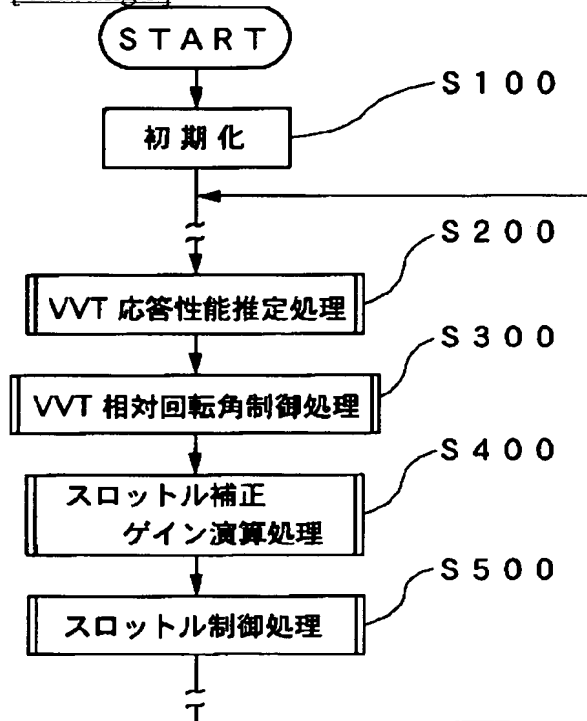
[Drawing 2]



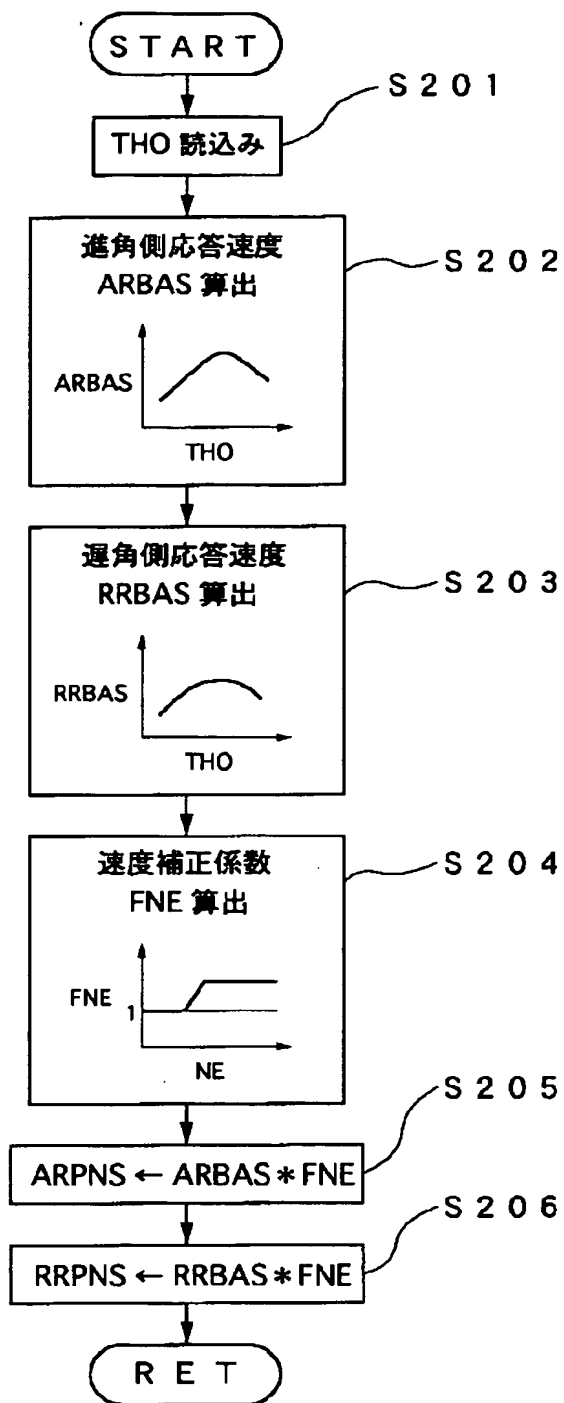
[Drawing 6]



[Drawing 3]

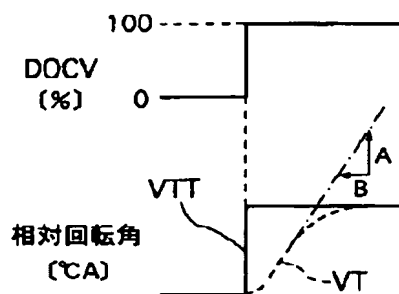


[Drawing 4]

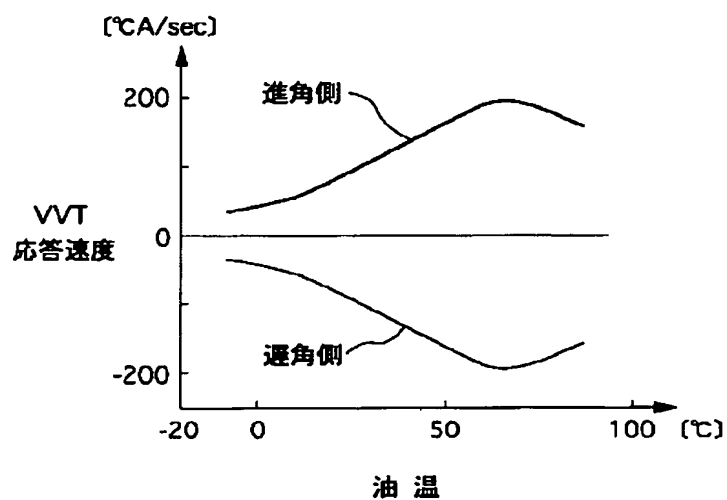


[Drawing 5]

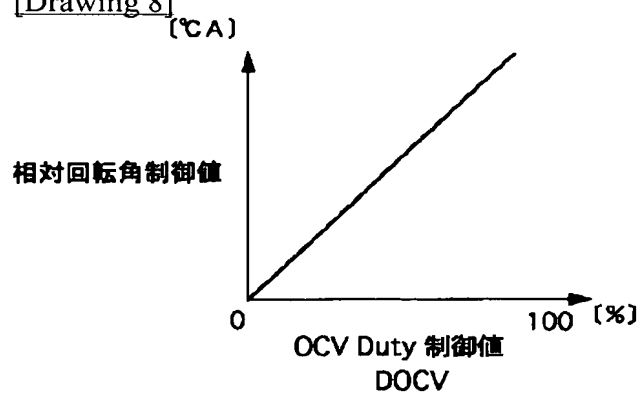
(a)



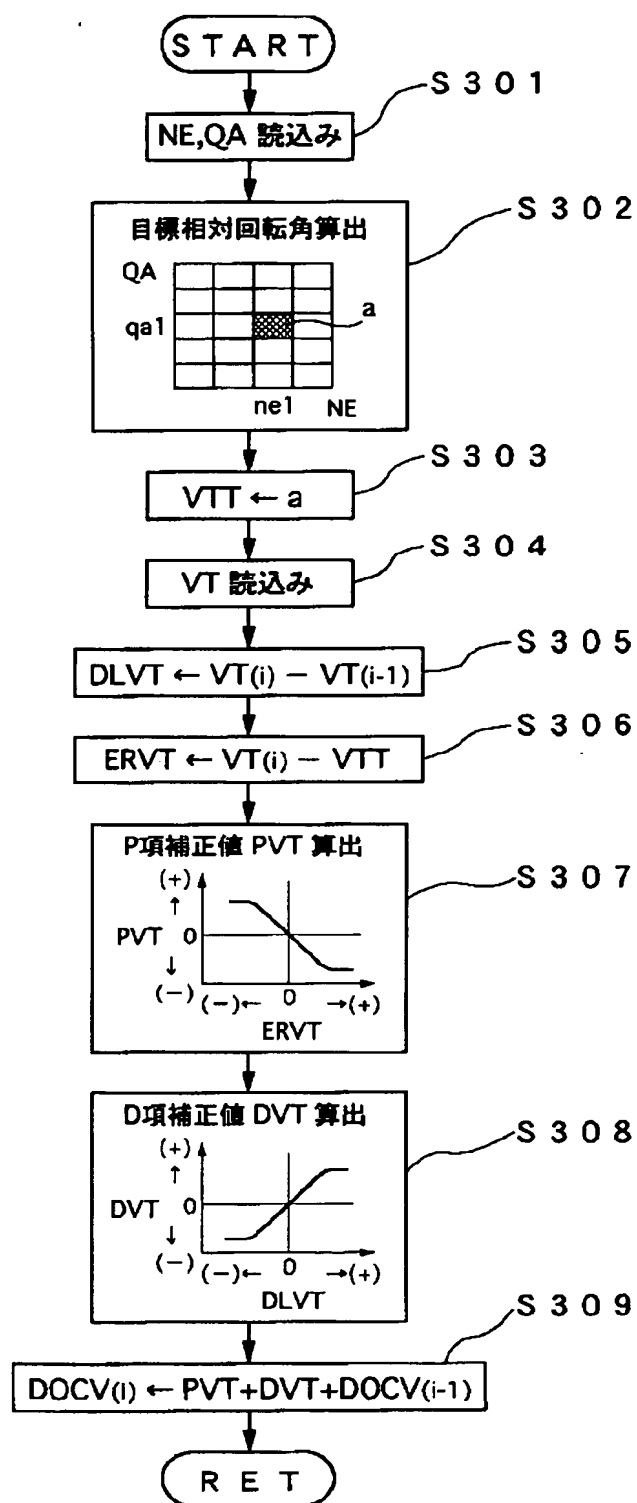
(b)



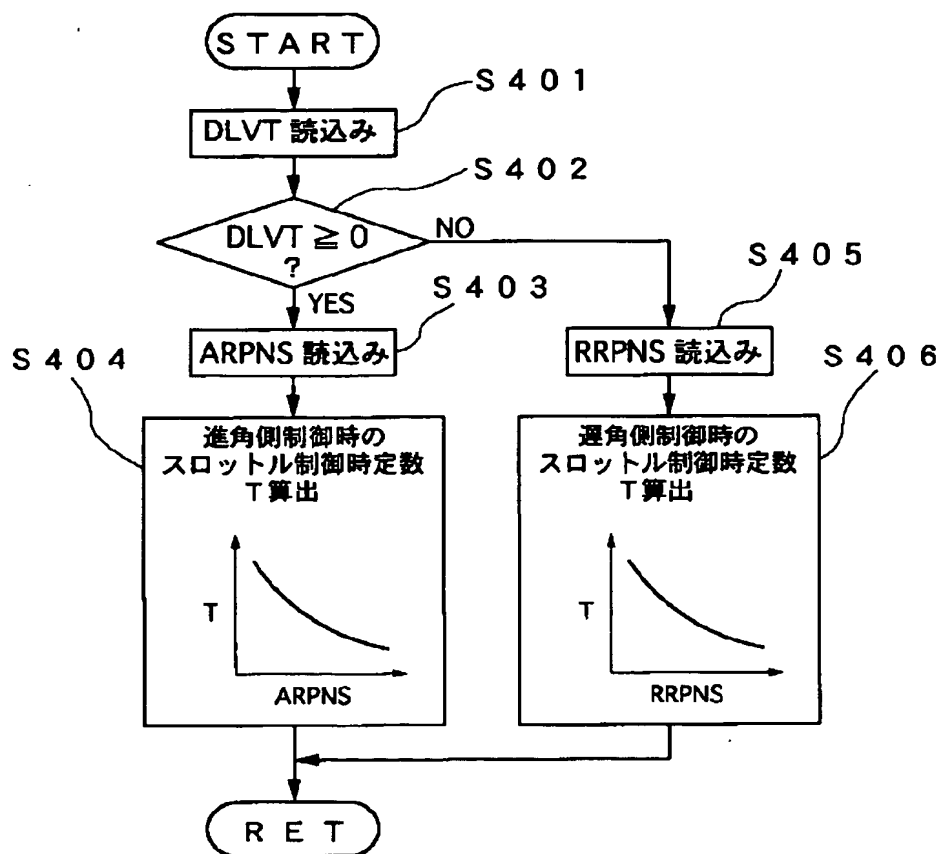
[Drawing 8]



[Drawing 7]

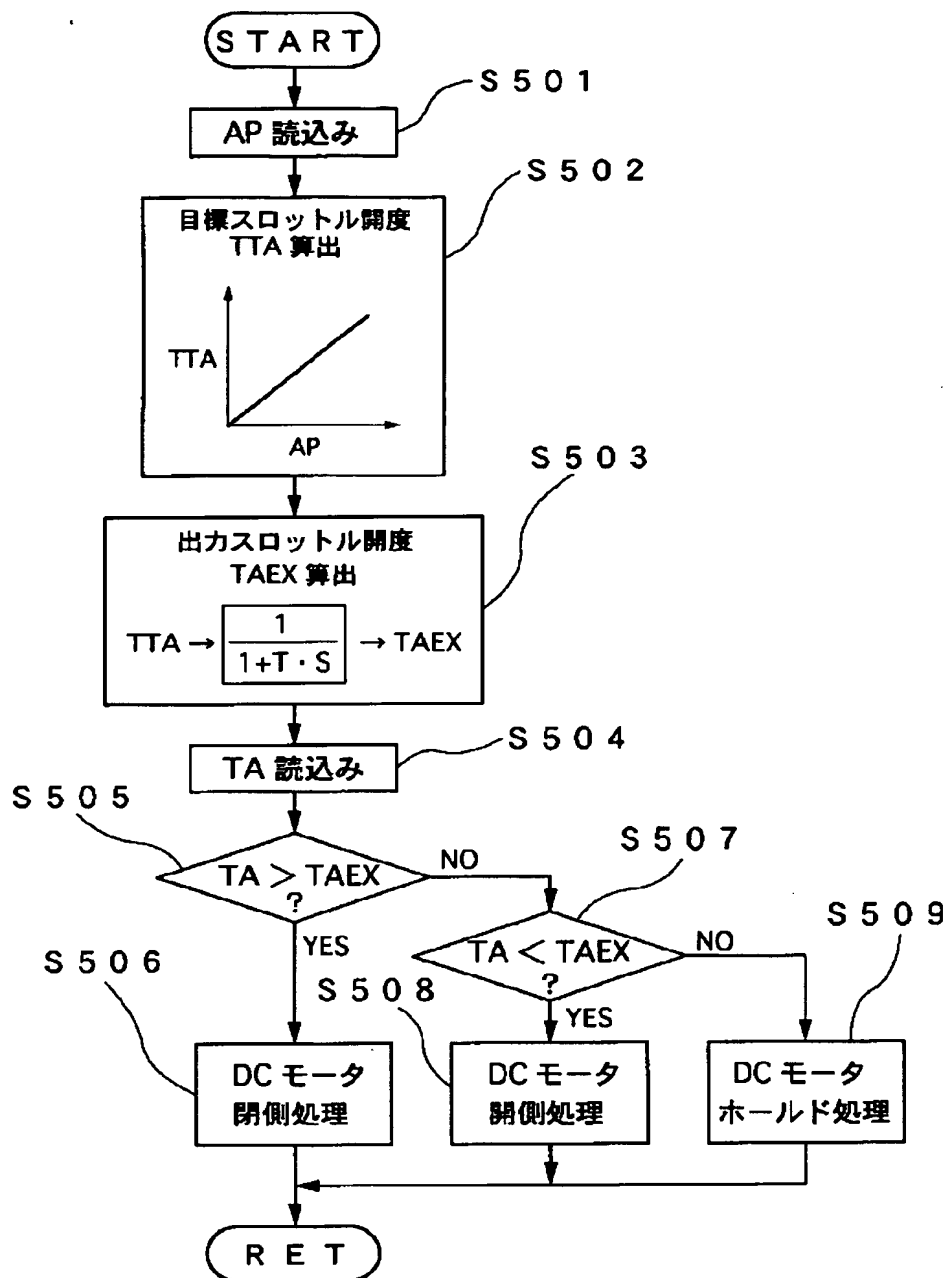


[Drawing 9]

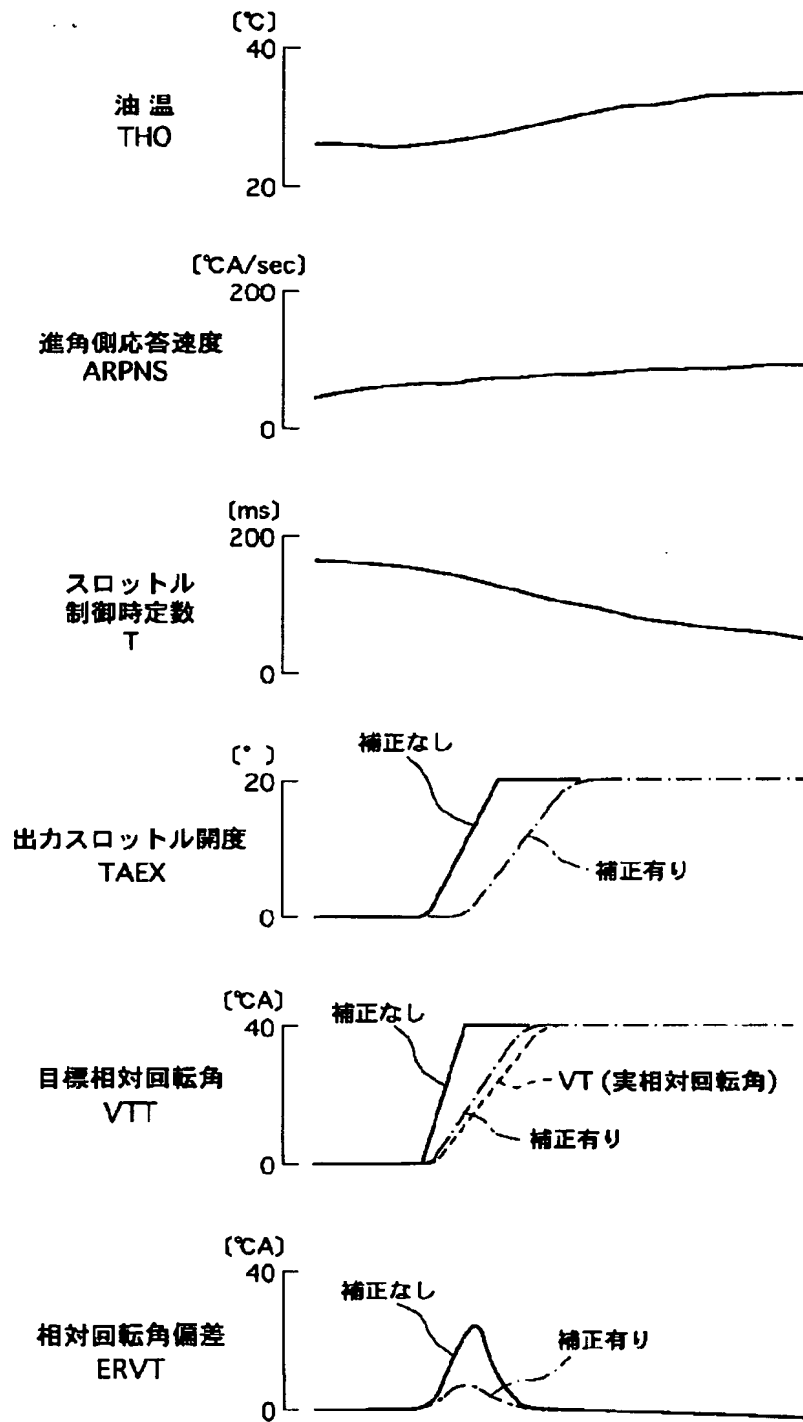


[Drawing 10]

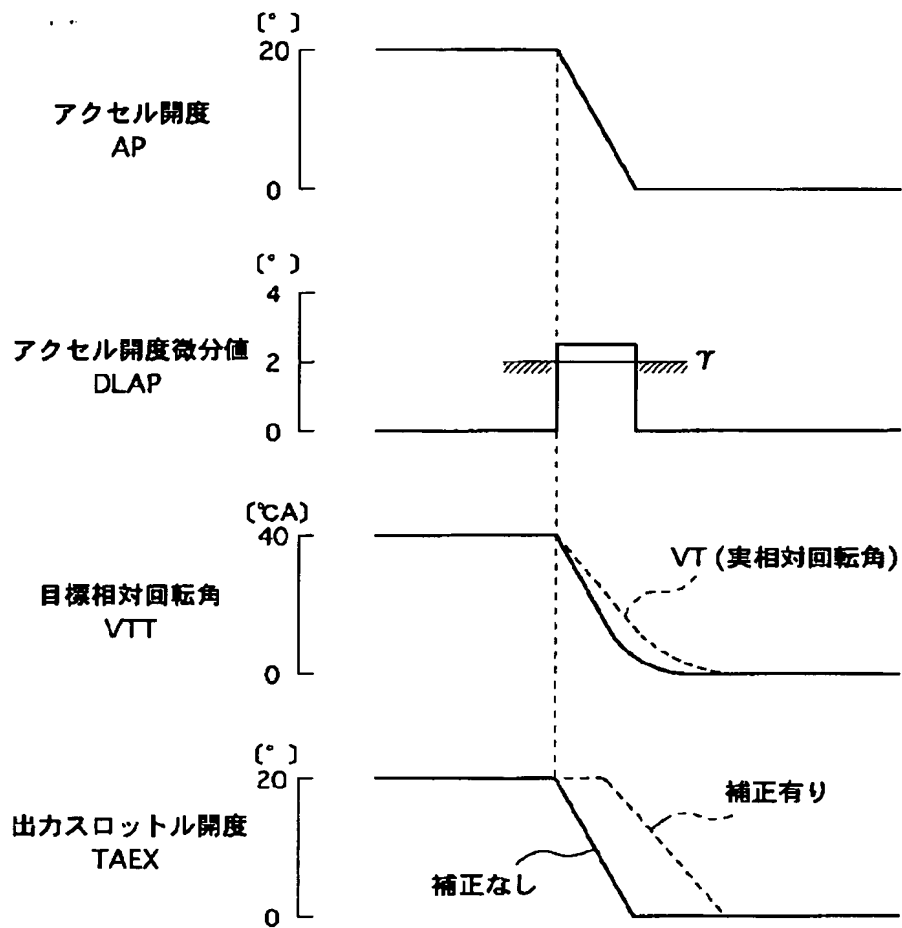




[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10-259747

(43) 公開日 平成10年(1998)9月29日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

FI

F 0 2 D 41/04

3 1 0

F 0 2 D 41/04

3 1 0 Z

3 2 0

3 2 0

F 0 1 L 1/34

F 0 1 L 1/34

Z

F 0 2 D 9/02

F 0 2 D 9/02

Q

11/10

11/10

F

審査請求 未請求 請求項の数 5

OL

(全 16 頁)

最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-66117

(22) 出願日 平成9年(1997)3月19日

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 磯部 大治

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社  
デンソー内

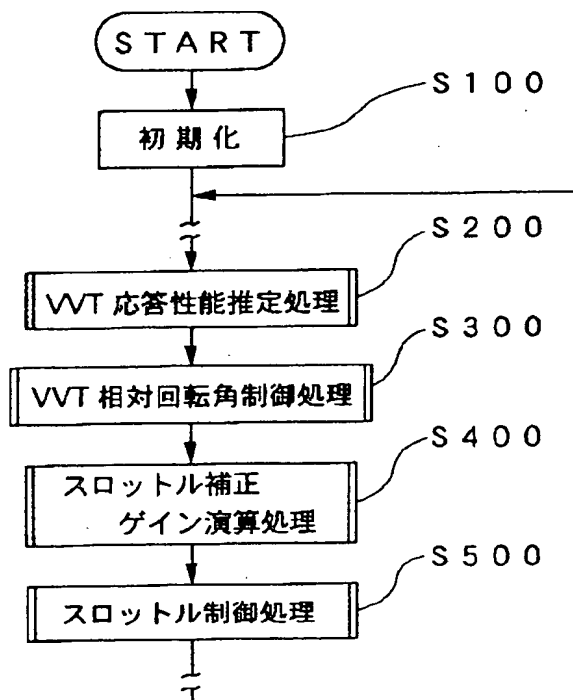
(74) 代理人 弁理士 樋口 武尚

(54) 【発明の名称】 内燃機関用バルブタイミング制御装置

(57) 【要約】

【課題】 VVT（バルブタイミング制御機構）によるエミッション・燃費等の向上を図ると共に、急加速を抑制して失火領域への突入を防止すること。

【解決手段】 電源の投入と同時にステップ S100 による初期化ののち、ステップ S200 で内燃機関の運転状態により VVT の応答性能が推定され、ステップ S300 で VVT の相対回転角が制御され、ステップ S400 で VVT の応答性能に適合するようにスロットルバルブの開度を補正するためのスロットル補正ゲインが演算され、ステップ S500 でスロットルバルブが制御される。これにより、VVT の応答性能が低下しているときには、その応答性能に基づきスロットルバルブの開度が補正され制御されるため、VVT の有効性が最大限に引出されエミッション・燃費等の向上が図られると共に、急加速が抑制されることで失火域への突入が防止される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の駆動軸から吸気バルブまたは排気バルブの少なくともいずれか一方を開閉する従動軸に駆動力を伝達する駆動力伝達系に設けられ、前記駆動軸または前記従動軸のいずれか一方を所定角度範囲内で相対回転自在なバルブタイミング制御機構と、前記駆動軸の回転角を検出する駆動軸回転角検出手段と、前記従動軸の回転角を検出する従動軸回転角検出手段と、前記駆動軸回転角検出手段で検出された前記駆動軸の回転角と前記従動軸回転角検出手段で検出された前記従動軸の回転角との位相差である相対回転角を算出する相対回転角演算手段と、前記内燃機関の運転状態に応じて前記駆動軸の回転角と前記従動軸の回転角との目標とする位相差である目標相対回転角を算出する目標相対回転角演算手段と、前記相対回転角演算手段で算出された前記相対回転角と前記目標相対回転角演算手段で算出された前記目標相対回転角との偏差に応じて制御回転角を算出し、前記バルブタイミング制御機構により前記駆動軸または前記従動軸を相対回転する相対回転角制御手段と、各種情報に基づきアクセルペダル操作量とは独立して前記内燃機関への吸気量を調節するスロットルバルブの開度を制御するスロットル開度制御手段と、前記バルブタイミング制御機構の応答性能を推定する応答性能推定手段と、前記応答性能推定手段で推定された応答性能に基づき前記スロットル開度制御手段で制御される前記スロットルバルブの開度を補正するスロットル開度補正手段とを具備することを特徴とする内燃機関用バルブタイミング制御装置。

【請求項 2】 前記応答性能推定手段は、前記バルブタイミング制御機構の作動油の油温を直接的または間接的に油温検出手段で検出された油温に基づき前記バルブタイミング制御機構の応答性能を推定し、その推定された応答性能を前記内燃機関の機関回転速度で補正する応答性能補正手段とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関用バルブタイミング制御装置。

【請求項 3】 前記油温検出手段は、前記内燃機関の現在の冷却水温、始動時の冷却水温、始動後経過時間、始動後点火回数、始動後燃料噴射回数のうち少なくとも一つに基づき油温を間接的に検出することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関用バルブタイミング制御装置。

【請求項 4】 前記スロットル開度補正手段は、前記バルブタイミング制御機構の応答性能から前記スロットル開度制御手段で前記スロットルバルブの開度を制御する際の時定数を算出し、前記時定数を用いて前記スロットルバルブの開度を補正することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関用バルブタイミング制御装置。

【請求項 5】 前記スロットル開度補正手段は、前記バルブタイミング制御機構の応答性能が低下しており、かつ前記内燃機関の運転状態が急激に減速側へ移行したと判断したときには、前記アクセルペダル操作量に基づき前記バルブタイミング制御機構の遅角側制御を行うと共に、前記アクセルペダル操作量に対して所定時間遅らせ前記スロットルバルブを閉制御するスロットル閉制御手段を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関用バルブタイミング制御装置。

## 10 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の吸気バルブまたは排気バルブの少なくともいずれか一方の開閉タイミングを運転状態に応じて変更自在な内燃機関用バルブタイミング制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、内燃機関用バルブタイミング制御装置に関連する先行技術文献としては、特開昭 64-80733 号公報にて開示されたものが知られている。このものでは、アクセル操作量等に応じてモータを駆動してスロットルバルブの開度を制御する所謂、『電子スロットルシステム』と、内燃機関の吸気バルブの開閉タイミングを運転状態に応じて変更自在とするバルブタイミング制御機構（弁作動変更機構）とを備えている。そして、バルブタイミング制御機構におけるカムを切替作動させる際に発生するトルク差によるショックを、アクセルペダル操作量とスロットルバルブの開度との関係を変更して解消する技術が示されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前述のものでは、作動油の油温を検出し要求されるバルブタイミング制御機構の応答性が満足される油温となるまで、そのバルブタイミング制御機構による制御量を所定以下にガードまたは制御を禁止している。このような制御では、バルブタイミング制御機構を備えた内燃機関におけるエミッション・燃費等の向上に対する有効性を最大限に引出すことができないという不具合があった。

【0004】そこで、この発明はかかる不具合を解決するためになされたもので、バルブタイミング制御機構によるエミッション・燃費等の向上を図った内燃機関用バルブタイミング制御装置の提供を課題としている。更に、バルブタイミング制御機構の応答性能に応じて急加速を抑制して失火域への突入を防止可能な内燃機関用バルブタイミング制御装置の提供を課題としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の内燃機関用バルブタイミング制御装置によれば、応答性能推定手段で推定されたバルブタイミング制御機構の応答性能に基づき、スロットル開度制御手段で制御されるアクセルペダル操作量とは独立して内燃機関への吸気量を調節するス

ロットルバルブの開度がスロットル開度補正手段にて補正される。これにより、油温が低くバルブタイミング制御機構の応答性能が低下しているときには、その応答性能に基づきスロットルバルブの開度が補正され制御されるため、バルブタイミング制御機構の有効性が最大限に引出されエミッション・燃費等の向上が図られる。更に、バルブタイミング制御機構の応答性能が低下しているときには、急加速が抑制されることで失火域への突入が防止されるという効果が得られる。

【0006】請求項2の内燃機関用バルブタイミング制御装置では、応答性能推定手段でバルブタイミング制御機構の応答性能が油温検出手段で検出された直接的または間接的な作動油の油温に基づき推定され、更に、その推定された応答性能が応答性能補正手段で機関回転速度にて補正されるため、バルブタイミング制御機構の応答性能を内燃機関の運転状態に応じて正確に知ることができるという効果が得られる。

【0007】請求項3の内燃機関用バルブタイミング制御装置では、油温検出手段で内燃機関の現在の冷却水温、始動時の冷却水温、始動後経過時間、始動後点火回数、始動後燃料噴射回数のうち少なくとも1つに基づき油温が間接的に検出、即ち、内燃機関の運転状態における冷却水温の遷移状態、内燃機関の爆発行程やシリンダ等の摩擦による総発熱量に基づき作動油の油温が推定されるため、油温センサが不要となるという効果が得られる。

【0008】請求項4の内燃機関用バルブタイミング制御装置では、バルブタイミング制御機構の応答性能からスロットル開度制御手段でスロットルバルブの開度を制御する際のスロットル制御時定数が算出され、そのスロットル制御時定数を用いてスロットル開度補正手段でスロットルバルブの開度が補正される。即ち、スロットルバルブの開度補正としてバルブタイミング制御機構の応答速度に基づきスロットルバルブの開度の制御時のスロットル制御時定数が算出され、そのスロットル制御時定数によりバルブタイミング制御機構の応答性能に対応させスロットルバルブの操作速度が平滑化されているため、バルブタイミング制御機構の有効性と相まって急加速が抑制されるという効果が得られる。

【0009】請求項5の内燃機関用バルブタイミング制御装置では、スロットル開度補正手段でバルブタイミング制御機構の応答性能が低下しており、かつ内燃機関の運転状態が急激に減速側へ移行したと判断されたときには、アクセルペダル操作量に基づきバルブタイミング制御機構の遅角側制御が行われると共に、スロットル閉制御手段でアクセルペダル操作量に対して所定時間遅らせスロットルバルブが閉制御される。これにより、バルブタイミング制御機構の急激な遅角操作に対してバルブタイミング制御機構の遅れによる内部EGR（燃焼室内の残存ガスの増大に起因する内燃機関の失火を防止する

ことができるという効果が得られる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

【0011】図1は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用バルブタイミング制御装置を適用したダブルオーバーヘッドカム式内燃機関とその周辺機器を示す概略構成図である。

【0012】図1において、1は内燃機関、2は内燃機関1の駆動軸としてのクランクシャフト31の回転角 $\theta_1$ 信号を検出するクランク角センサ、3は内燃機関1の冷却水温T<sub>HW</sub>信号を検出する水温センサ、4は内燃機関1の吸気バルブ32側の従動軸としてのカムシャフト33の回転角 $\theta_2$ 信号を検出し、クランク角センサ2からの回転角 $\theta_1$ 信号との位相差から相対回転角（変位角）を算出するためのカム角センサ、5はスロットルバルブ14のスロットル開度T<sub>A</sub>信号を検出するスロットル開度センサ、6は内燃機関1への吸入空気量Q<sub>A</sub>信号を検出するエアフローメータ等の吸気量センサ、7は油路の途中に設置され、作動油の油温T<sub>HO</sub>信号を検出する油温センサ、8はアクセルペダル操作量としてのアクセル開度A<sub>P</sub>信号を検出するアクセル開度センサ、9は作動油の油圧を調整制御する油圧制御バルブ（Oil-flow Control Valve：以下『OCV』と記す）、10はOCV9にて調整された油圧にてカムシャフト33をクランクシャフト31との目標とする位相差である目標相対回転角（目標変位角）に制御するアクチュエータとしての吸気バルブ32側に設置された油圧式のバルブタイミング制御機構（Variable Valve Timing Control Mechanism：以下、『VVT』と記す）、11は作動油を内燃機関1のオイルパン内より吸上げるためのオイルストレーナ、12は作動油を圧送するオイルポンプ、13はスロットルバルブ14のスロットル開度を指示される目標スロットル開度に一致させるように駆動するアクチュエータとしてのDCモータ、20は各種センサからの入力信号に基づき内燃機関1の運転状態を検知し、最適な制御値を演算し、OCV9やDCモータ13に駆動信号を出力するECU（Electronic Control Unit：電子制御装置）である。

【0013】次に、ECU20の電気的構成について図2を参照して説明する。

【0014】図2において、ECU20は、周知の中央処理装置としてのCPU21、制御プログラムを格納したROM22、各種データを格納するRAM23、水温センサ3からの冷却水温T<sub>HW</sub>信号、スロットル開度センサ5からのスロットル開度T<sub>A</sub>信号、吸気量センサ6からの吸入空気量Q<sub>A</sub>信号、油温センサ7からの油温T<sub>HO</sub>信号及びアクセル開度センサ9からのアクセル開度A<sub>P</sub>信号の各アナログ信号をディジタル信号に変換するA/D変換回路24、クランク角センサ2からの回転角

θ1 信号及びカム角センサ 4 からの回転角 θ2 信号を波形整形する波形整形回路 25、これら各種情報に基づき CPU 21 で算出される後述の OCV Duty (デューティ比) 制御値 DO CV に基づく駆動信号 I DO CV を OCV 9、出力スロットル開度 T A E X に基づく駆動信号 I T A E X を DC モータ 13 にそれぞれ出力するための出力回路 26 からなる論理演算回路として構成されている。

【0015】次に、本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用バルブタイミング制御装置で使用されている ECU 20 内の CPU 21 のベースルーチンを示す図 3 のフローチャートに基づき説明する。なお、このベースルーチンは所定時間毎に CPU 21 にて繰返し実行される。

【0016】図 3 において、まず、電源の投入と同時に(電源起動時)にステップ S 100 で、初期化が実行される。この初期化では、RAM 23 等のメモリ内容が初期値に設定されたり、各種センサからの入力信号がチェックされる。このステップ S 100 による初期化のうち、以下のループ内の本格的な制御処理が繰返し実行される。

【0017】ステップ S 200 では、内燃機関 1 の運転状態により VVT 10 の応答性能の推定処理が実行される。次にステップ S 300 に移行して、VVT 相対回転角制御処理が実行される。次にステップ S 400 に移行して、ステップ S 200 で推定された VVT 10 の応答性能に適合すべくスロットルバルブ 14 のスロットル開度を補正するためのスロットル補正ゲインの演算処理が実行される。次にステップ S 500 に移行して、スロットル制御処理が実行されたのち、ステップ S 200 に戻り同様な処理が繰返し実行される。

【0018】次に、上述のベースルーチンにおける各処理を各サブルーチン毎に詳細に説明する。

【0019】図 3 のステップ S 200 における VVT 応答性能推定処理ルーチンの詳細について、図 4 のフローチャートに基づき、図 5 の VVT 応答特性図を参照して説明する。なお、このサブルーチンは 120ms 毎に CPU 21 にて繰返し実行される。

【0020】図 4 において、まず、ステップ S 201 で VVT 10 の作動油の油温 THO が読込まれる。次にステップ S 202 に移行して、ステップ S 201 で読込まれた油温 THO に対して VVT 10 が進角側へ変位するときの応答速度 ARBAS がテーブルから算出される。この油温 THO と応答速度 ARBAS との関係を表すテーブルは後述のように予め油温 THO の影響を受ける VVT 応答速度を考慮して実験等により求められた最適値である。次にステップ S 203 に移行して、同様に、ステップ S 201 で読込まれた油温 THO に対して VVT 10 が遅角側へ変位するときの応答速度 RRBAS がテーブルから算出される。なお、VVT 応答速度は同じ油温 THO に対して進角側と遅角側とでは VVT 応答特性

が異なるため各々のテーブルが用意されている。

【0021】ここで、図 5 (a) に示すように、OCV 9 に出力される OCV Duty 制御値 DO CV を 0% から 100% に変化させたときの目標相対回転角 VTT (°CA) に追従して遷移する相対回転角 VT (°CA) の傾き (A/B) を VVT 応答速度 (°CA/sec) とすると、進角側及び遅角側の VVT 応答速度は油温 (°C) に対応して図 5 (b) に示すような特性にて遷移する。

【0022】次に、本実施例では VVT 10 の作動油のオイルポンプ 12 は内燃機関 1 の駆動部に連動しているために機関回転速度 NE に比例した吐出量であり VVT 10 の駆動に同じ作動油を用いているため影響を受けることとなり、ステップ S 204 で機関回転速度 NE に対する速度補正係数 FNE がテーブルから算出される。この機関回転速度 NE と速度補正係数 FNE との関係を表すテーブルは予めポンプ特性から計算・実験等により求められた最適値である。

【0023】次にステップ S 205 に移行して、ステップ S 202 で算出された進角側応答速度 ARBAS に速度補正係数 FNE が乗算され最終的な進角側応答速度 ARPNS が算出される。次にステップ S 206 に移行して、ステップ S 203 で算出された遅角側応答速度 RRBAS に速度補正係数 FNE が乗算され最終的な遅角側応答速度 RRPNS が算出され、本ルーチンを終了する。

【0024】本実施例では、吸気側のみに VVT 10 によるバルブタイミング制御を実施する方式であり、吸気バルブ 32 に対する進角/遅角の考え方は、図 6 に示すように、TDC (Top Dead Center : 上死点) に対して排気バルブ 34 のバルブタイミングが固定され、フレキシブルに吸気バルブのバルブタイミングを進角/遅角させることでオーバーラップ量が制御されている。

【0025】次に、図 3 のステップ S 300 における VVT 相対回転角制御処理ルーチンの詳細について、図 7 のフローチャートに基づき説明する。なお、このサブルーチンは 16ms 毎に CPU 21 にて繰返し実行される。

【0026】図 7 において、ステップ S 301 で機関回転速度 NE、吸入空気量 QA が読込まれる。次にステップ S 302 に移行して、ステップ S 301 で読込まれた機関回転速度 NE と吸入空気量 QA とに基づきマップから VVT 10 の目標相対回転角が算出される。ここで、マップから例えば、NE = nel, QA = qal のとき目標相対回転角として a が算出される。このマップから求まる目標相対回転角は予め計算・実験等により求められた最適値である。

【0027】次にステップ S 303 に移行して、ステップ S 302 で算出された目標相対回転角 a が RAM 23 の目標相対回転角の記憶領域の“VTT”に格納され

る。したがって、以下の説明においては目標相対回転角  $V T T$  と記す。次にステップ  $S 304$  に移行して、クラ  
ンク角センサ 2 及びカム角センサ 4 からの各入力信号に  
基づく  $V V T 10$  の現在の相対回転角（実相対回転角と  
も記す） $V T$  が読込まれる。次にステップ  $S 305$  に移  
行して、前回の相対回転角  $V T (i-1)$  と今回の相対回転  
角  $V T (i)$  との偏差から微分値  $D L V T$  が算出される。  
次にステップ  $S 306$  に移行して、今回の相対回転角  $V T (i)$  と目標相対回転角  $V T T$  との偏差から相対回転角  
偏差  $E R V T$  が算出される。

【0028】次にステップ  $S 307$  に移行して、ステッ  
プ  $S 306$  で算出された相対回転角偏差  $E R V T$  に基づ  
きテーブルから  $P$ （比例）項補正值  $P V T$  が算出され  
る。次にステップ  $S 308$  に移行して、ステップ  $S 305$   
で算出された微分値  $D L V T$  に基づきテーブルから  $D$   
（微分）項補正值  $D V T$  が算出される。なお、ステップ  
 $S 307$  でテーブルから算出される  $P$  項補正值  $P V T$  及  
びステップ  $S 308$  でテーブルから算出される  $D$  項補正  
値  $D V T$  は予め計算・実験等により求められた最適値で  
ある。次にステップ  $S 309$  に移行して、ステップ  $S 307$   
で算出された  $P$  項補正值  $P V T$  とステップ  $S 308$   
で算出された  $D$  項補正值  $D V T$  と前回の  $O C V D u t y$  制  
御値  $D O C V$  とが加算され最終的な  $O C V D u t y$  制御値  
 $D O C V$  が算出され、本ルーチンを終了する。この  $O C V D u t y$  制御値  $D O C V$  が出力される  $O C V 9$  を介して  
 $V V T 10$  により  $V V T$  相対回転角制御が実行される。  
ここで、 $O C V 9$  の作動では、図 8 に特性図を示すよう  
に、 $O C V D u t y$  制御値  $D O C V [\%]$  に比例して油量  
が増加されることで相対回転角制御値  $[\circ C A]$  が増加  
される。

【0029】次に、図 3 のステップ  $S 400$  におけるス  
ロットル補正ゲイン演算処理ルーチンの詳細について、  
図 9 のフローチャートに基づき説明する。なお、このサ  
ブルーチンは  $8 m s$  毎に  $C P U 21$  にて繰返し実行され  
る。

【0030】図 9 において、ステップ  $S 401$  で、図 7  
のステップ  $S 305$  で算出された微分値  $D L V T$  が読込  
まれる。次にステップ  $S 402$  に移行して、微分値  $D L V T$   
が 0 以上であるかが判定される。微分値  $D L V T$  が  
0 以上であるときには、相対回転角  $V T$  の進角側への変  
位が指示されているとしてステップ  $S 403$  に移行し、  
図 4 のステップ  $S 205$  で内燃機関 1 の運転状態から推  
定され算出された進角側応答速度  $A R P N S$  が読込まれ  
る。次にステップ  $S 404$  に移行して、ステップ  $S 403$   
で読込まれた進角側応答速度  $A R P N S$  に基づきテー  
ブルから進角側制御時のスロットル制御時定数  $T$  が算出  
され、本ルーチンを終了する。なお、ステップ  $S 404$   
で用いるテーブルには  $V V T 10$  の応答性能に適合して  
スロットルバルブ 14 の操作速度を制御するための進角  
側応答速度  $A R P N S$  に対応するスロットル制御時定数

$T$  が予め計算・実験等により求められ設定されている。

【0031】一方、ステップ  $S 402$  の判定条件が成立  
せず、微分値  $D L V T$  が 0 未満であるときには、相対回  
転角  $V T$  の遅角側への変位が指示されているとしてステ  
ップ  $S 405$  に移行し、図 4 のステップ  $S 206$  で内燃  
機関 1 の運転状態から推定され算出された遅角側応答速  
度  $R R P N S$  が読込まれる。次にステップ  $S 406$  に移  
行して、ステップ  $S 405$  で読込まれた遅角側応答速度  
 $R R P N S$  に基づきテーブルから遅角側制御時のスロッ  
トル制御時定数  $T$  が算出され、本ルーチンを終了する。  
なお、ステップ  $S 406$  で用いるテーブルには  $V V T 10$   
の応答性能に適合してスロットルバルブ 14 の操作速  
度を制御するための遅角側応答速度  $R R P N S$  に対応す  
るスロットル制御時定数  $T$  が予め計算・実験等により求  
められ設定されている。

【0032】次に、図 3 のステップ  $S 500$  におけるス  
ロットル制御処理ルーチンの詳細について、図 10 のフ  
ローチャートに基づき説明する。なお、このサブルーチ  
ンは  $8 m s$  毎に  $C P U 21$  にて繰返し実行される。

【0033】図 10 において、ステップ  $S 501$  でアク  
セル開度  $A P$  が読込まれる。次にステップ  $S 502$  に移  
行して、ステップ  $S 501$  で読込まれたアクセル開度  $A P$   
に対する目標スロットル開度  $T T A$  がテーブルから算  
出される。このテーブルには、アクセル開度  $A P$  に対し  
内燃機関 1 のドライバビリティ (Drivability) や制御性  
等を考慮し変換したときの目標スロットル開度  $T T A$  が  
設定されている。次にステップ  $S 503$  に移行して、目  
標スロットル開度  $T T A$  に伝達関数のモデル  $\{1 / (1 + T \cdot S)\}$   
を介してゲイン補正を行い最終的な出力ス  
ロットル開度  $T A E X$  が算出される。なお、モデル中の  
 $T$  は図 9 のステップ  $S 404$  またはステップ  $S 406$  で  
求めたスロットル制御時定数である。

【0034】次にステップ  $S 504$  に移行して、現在の  
スロットル開度  $T A$  が読込まれる。次にステップ  $S 505$   
に移行して、ステップ  $S 504$  で読込まれた現在のス  
ロットル開度  $T A$  がステップ  $S 503$  で算出された出力  
スロットル開度  $T A E X$  を越えているかが判定される。  
現在のスロットル開度  $T A$  が出力スロットル開度  $T A E X$   
を越えているときには、ステップ  $S 506$  に移行し、  
スロットルバルブ 14 を開閉する  $D C$  モータ 13 を閉側  
に駆動し現在のスロットル開度  $T A$  を出力スロットル開  
度  $T A E X$  に一致させる操作処理を行い、本ルーチンを  
終了する。

【0035】一方、ステップ  $S 505$  の判定条件が成立  
しないときには、ステップ  $S 507$  に移行し、ステップ  
 $S 504$  で読込まれた現在のスロットル開度  $T A$  がステ  
ップ  $S 503$  で算出された出力スロットル開度  $T A E X$   
未満であるかが判定される。現在のスロットル開度  $T A$   
が出力スロットル開度  $T A E X$  未満であるときには、ス  
テップ  $S 508$  に移行し、スロットルバルブ 14 を開閉



するDCモータ13を開側に駆動し現在のスロットル開度TAを出力スロットル開度TAEXに一致させる操作処理を行い、本ルーチンを終了する。一方、ステップS507の判定条件が成立しないときには、現在のスロットル開度TAが出力スロットル開度TAEXに一致しているとしてステップS509に移行し、スロットルバルブ14を開閉するDCモータ13を停止状態とし現在のスロットル開度TAをホールド（保持）する処理を行い、本ルーチンを終了する。

【0036】次に、本実施例の作用について、図11のタイムチャートを用いて説明する。なお、本タイムチャートでは説明の都合上、VV T10の進角側への制御のみについて述べる。

【0037】VV T10を作動するための油温THOに基づき、VV T10が追従可能な進角側応答速度ARPNSが求められる。次に、進角側応答速度ARPNSより速いスロットルバルブ14の加速/減速により失火等の不具合が発生しないよう、適合するスロットル制御時定数Tが算出され、このスロットル制御時定数Tによりスロットル制御速度、即ち、出力スロットル開度TAEXが補正されることで、そのときの油温THOにより決定されるVV T10の応答速度に対応した目標相対回転角VT Tが設定されるため、目標相対回転角VT Tと現在の相対回転角VTとの偏差である相対回転角偏差ERV Tを小さく抑えることができる。これにより、燃料系や点火系制御における内燃機関1のバルブタイミングの追従性が良好となり、ドライバビリティやエミッション等が向上される。

【0038】更に、上述の実施例では、減速域またはVV T10の遅角域においても、スロットル制御時定数TによりVV T10の応答性能に適合させスロットルバルブ14の操作速度を平滑化しているが、図12にタイムチャートを示すように、アクセル操作量としてのアクセル開度APの開側へのアクセル開度微分値DLAPが所定値 $\gamma$ 以上となったときには、アクセル開度APに基づき予めVV T10を遅角側へ操作し所定期間ディレイ（遅延）したのちスロットルバルブ14を開側に制御することにより、VV T10の急激な遅角操作に対してVV T10の遅れによる内部EGRの増大に起因する内燃機関1の失火を防止することができる。

【0039】このように、本実施例の内燃機関用バルブタイミング制御装置は、内燃機関1の駆動軸としてのクランクシャフト31から吸気バルブ32を開閉する従動軸としてのカムシャフト33に駆動力を伝達する駆動力伝達系に設けられ、カムシャフト33を所定角度範囲内で相対回転自在なVV T10と、クランクシャフト31の回転角 $\theta 1$ を検出する駆動軸回転角検出手段としてのクランク角センサ2と、カムシャフト33の回転角 $\theta 2$ を検出する従動軸回転角検出手段としてのカム角センサ4と、クランク角センサ2で検出されたクランクシャフ

ト31の回転角 $\theta 1$ に対するカム角センサ4で検出されたカムシャフト33の回転角 $\theta 2$ の位相差、即ち、カムシャフト33の相対回転角VTを算出するECU20内のCPU21にて達成される相対回転角演算手段と、内燃機関1の運転状態に応じてクランクシャフト31の回転角 $\theta 1$ とカムシャフト33の回転角 $\theta 2$ との目標とする位相差である目標相対回転角VT Tを算出するECU20内のCPU21にて達成される目標相対回転角演算手段と、前記相対回転角演算手段で算出された相対回転角VTと前記目標相対回転角演算手段で算出された目標相対回転角VT Tとの偏差ERV Tに応じて制御回転角を算出し、VV T10によりカムシャフト33を相対回転するECU20内のCPU21にて達成される相対回転角制御手段と、各種情報に基づきアクセルペダル操作量としてのアクセル開度APとは独立して内燃機関1への吸気量を調節するスロットルバルブ14の開度を制御するECU20内のCPU21にて達成されるスロットル開度制御手段と、VV T10の応答性能を推定するECU20内のCPU21にて達成される応答性能推定手段と、前記応答性能推定手段で推定された応答性能に基づき前記スロットル開度制御手段で制御されるスロットルバルブ14の開度を補正するECU20内のCPU21にて達成されるスロットル開度補正手段とを具備するものである。

【0040】したがって、応答性能推定手段を達成するECU20内のCPU21で推定されたVV T10の応答性能に基づき、スロットル開度制御手段を達成するECU20内のCPU21で制御されるアクセルペダル操作量としてのアクセル開度APとは独立して内燃機関1への吸気量を調節するスロットルバルブ14の開度がスロットル開度補正手段を達成するECU20内のCPU21にて補正される。これにより、油温が低くVV T10の応答性能が低下しているときには、その応答性能に基づきスロットルバルブ14の開度が補正され制御されるため、VV T10の有効性が最大限に引出されエミッション・燃費等の向上が図られる。更に、VV T10の応答性能が低下しているときには、急加速が抑制されることで失火域への突入が防止される。

【0041】また、本実施例の内燃機関用バルブタイミング制御装置は、ECU20内のCPU21にて達成される応答性能推定手段が、VV T10の作動油の油温THOを直接的に油温検出手段としての油温センサ7で検出された油温THOに基づきVV T10の応答性能を推定し、その推定された応答性能を内燃機関1の機関回転速度NEで補正する応答性能補正手段とを含むものである。即ち、VV T10の応答性能として具体的には、図4に示すように、作動油の油温THOに基づき進角側応答速度ARBAS、遅角側応答速度RRBASが算出され、更に、機関回転速度NEで補正され進角側応答速度ARPNS、遅角側応答速度RRPNSが求められるた

め、VVT10の応答性能を内燃機関1の運転状態に応じて正確に知ることができる。

【0042】そして、本実施例の内燃機関用バルブタイミング制御装置は、ECU20内のCPU21にて達成されるスロットル開度補正手段がVVT10の応答性能からECU20内のCPU21にて達成されるスロットル開度制御手段でスロットルバルブ14の開度を制御する際のスロットル制御時定数Tを算出し、そのスロットル制御時定数Tを用いてスロットルバルブ14の開度を補正するものである。即ち、スロットルバルブ14の開度補正として具体的には、図9に示すように、微分値DLVTの正負、VVT10の進角側応答速度ARPN S、遅角側応答速度RRPN Sに基づきスロットルバルブ14の開度の制御時のスロットル制御時定数Tが算出され、図10に示すように、そのスロットル制御時定数TによりVVT10の応答性能に適合させスロットルバルブ14の操作速度が平滑化されているため、VVT10の有効性と相まって急加速が抑制される。

【0043】更に、本実施例の内燃機関用バルブタイミング制御装置は、ECU20内のCPU21にて達成されるスロットル開度補正手段がVVT10の応答性能が低下しており、かつ内燃機関1の運転状態が急激に減速側へ移行したと判断したときには、アクセルペダル操作量としてのアクセル開度APに基づきVVT10の遅角側制御を行うと共に、アクセル開度APに対して所定時間遅らせスロットルバルブ14を閉制御するスロットル閉制御手段を含むものである。即ち、アクセルペダル操作量として具体的には、図12に示すように、アクセル開度APの閉側へのアクセル開度微分値DLAPが所定値 $\gamma$ 以上となったときには、アクセル開度APに基づきVVT10を遅角側へ操作し所定期間ディレイしたのちスロットルバルブ14が閉側に制御されるため、VVT10の急激な遅角操作に対してVVT10の遅れによる内部EGRの増大に起因する内燃機関1の失火を防止することができる。

【0044】ところで、上記実施例では、VVT応答性能推定において、直接、油温センサ7により作動油の油温を検出しているが、本発明を実施する場合には、これに限定されるものではなく、内燃機関の冷却水温の遷移状態やシリンダ壁の温度の遷移状態、始動時の冷却水温、経過時間等から推定してもよい。

【0045】このような内燃機関用バルブタイミング制御装置は、油温検出手段が内燃機関1の現在の冷却水温、始動時の冷却水温、始動後経過時間、始動後点火回数、始動後燃料噴射回数のうち少なくとも1つに基づき油温THOを間接的に検出するものである。即ち、内燃機関1の運転状態における冷却水温の遷移状態、内燃機関1の爆発行程やシリンダ等の摩擦による総発熱量に基づき作動油の油温が推定されるため、上述の実施例におけるような油温センサ7を必ずしも配設する必要はな

い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用バルブタイミング制御装置を適用したダブルオーバーヘッドカム式内燃機関とその周辺機器を示す概略構成図である。

【図2】 図2は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用バルブタイミング制御装置におけるECU内の電氣的構成を示すブロック図である。

10 【図3】 図3は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用バルブタイミング制御装置で使用されているECU内のCPUにおけるベースルーチンの処理手順を示すフローチャートである。

【図4】 図4は図3におけるVVT応答性能推定の処理手順を示すフローチャートである。

【図5】 図5は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用バルブタイミング制御装置におけるVVT応答特性図である。

20 【図6】 図6は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用バルブタイミング制御装置における吸気バルブに対する進角/遅角制御を示す説明図である。

【図7】 図7は図3におけるVVT相対回転角制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図8】 図8は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用バルブタイミング制御装置で用いられているOCVの作動特性図である。

【図9】 図9は図3におけるスロットル補正ゲイン演算の処理手順を示すフローチャートである。

30 【図10】 図10は図3におけるスロットル制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図11】 図11は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用バルブタイミング制御装置における作用を説明するタイムチャートである。

【図12】 図12は本発明の実施の形態の一実施例にかかる内燃機関用バルブタイミング制御装置における変形例の作用を説明するタイムチャートである。

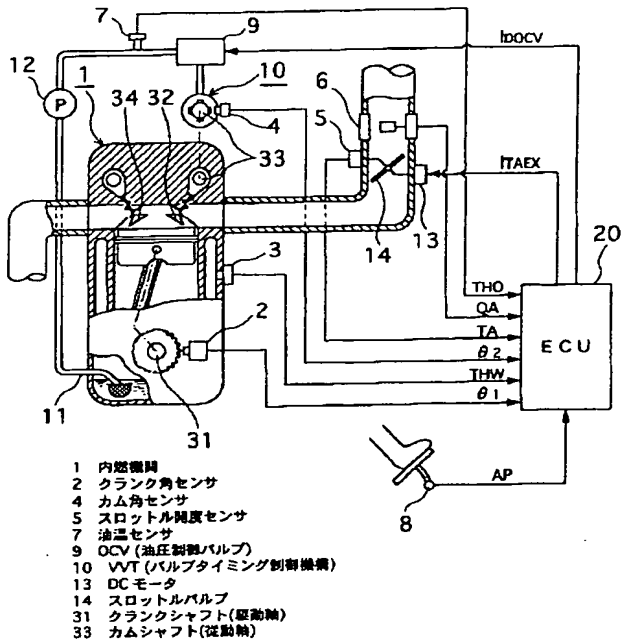
#### 【符号の説明】

- 1 内燃機関
- 2 クランク角センサ
- 4 カム角センサ
- 5 スロットル開度センサ
- 7 油温センサ
- 9 OCV（油圧制御バルブ）
- 10 VVT（バルブタイミング制御機構）
- 13 DCモータ
- 14 スロットルバルブ
- 20 ECU（電子制御装置）
- 31 クランクシャフト（駆動軸）
- 33 カムシャフト（従動軸）

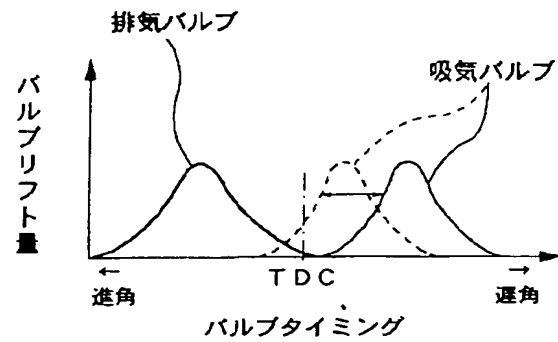
(8)

特開平10-259747

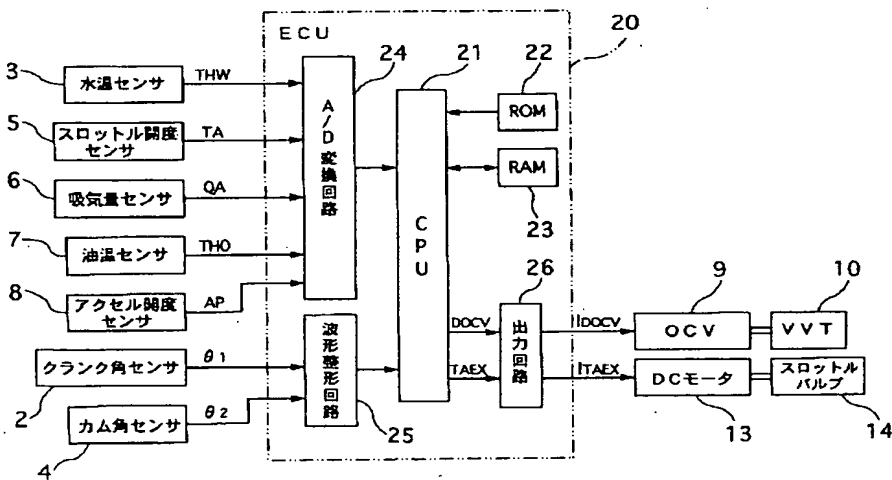
【図1】



【図6】



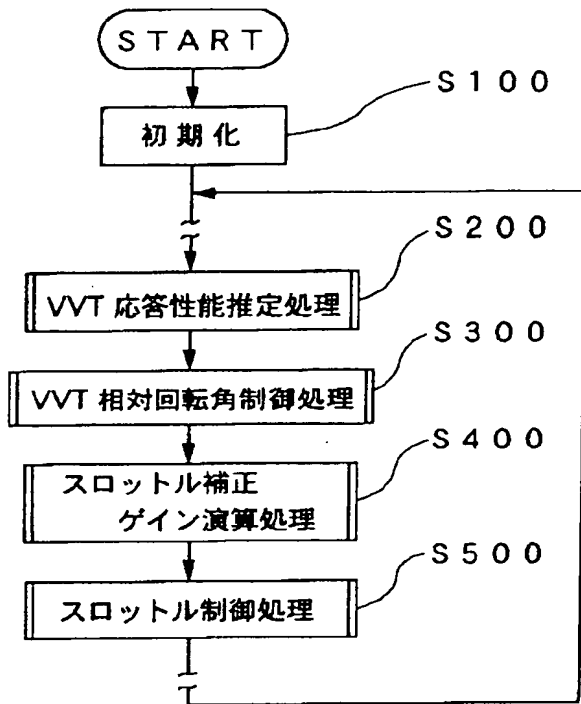
【図2】



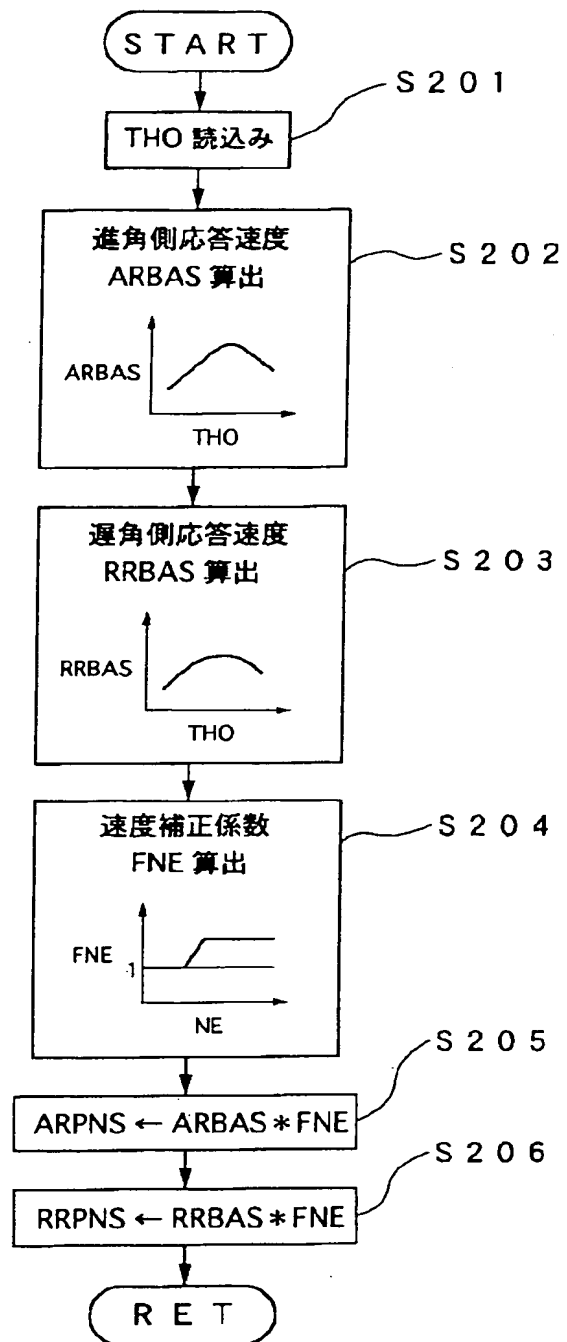
(9)

特開平10-259747

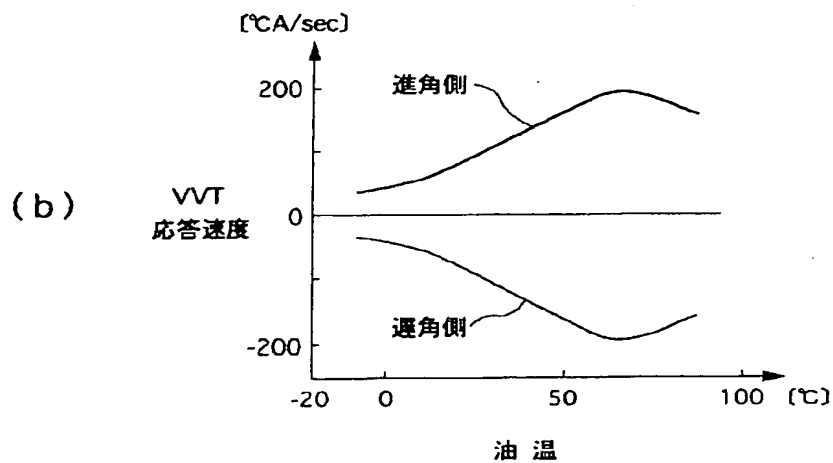
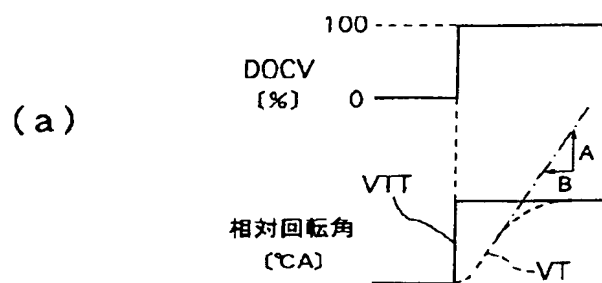
【図3】



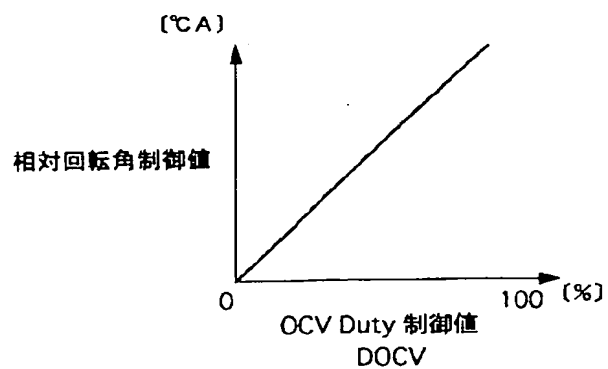
【図4】



【図5】



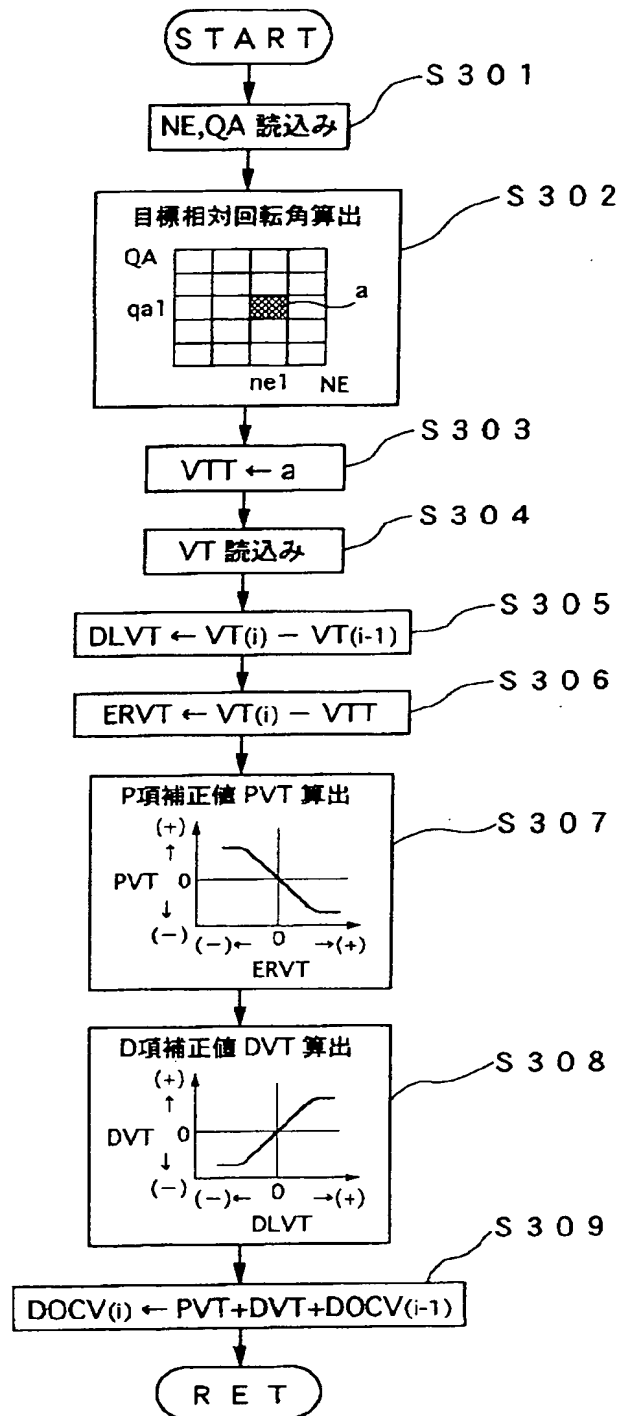
【図8】



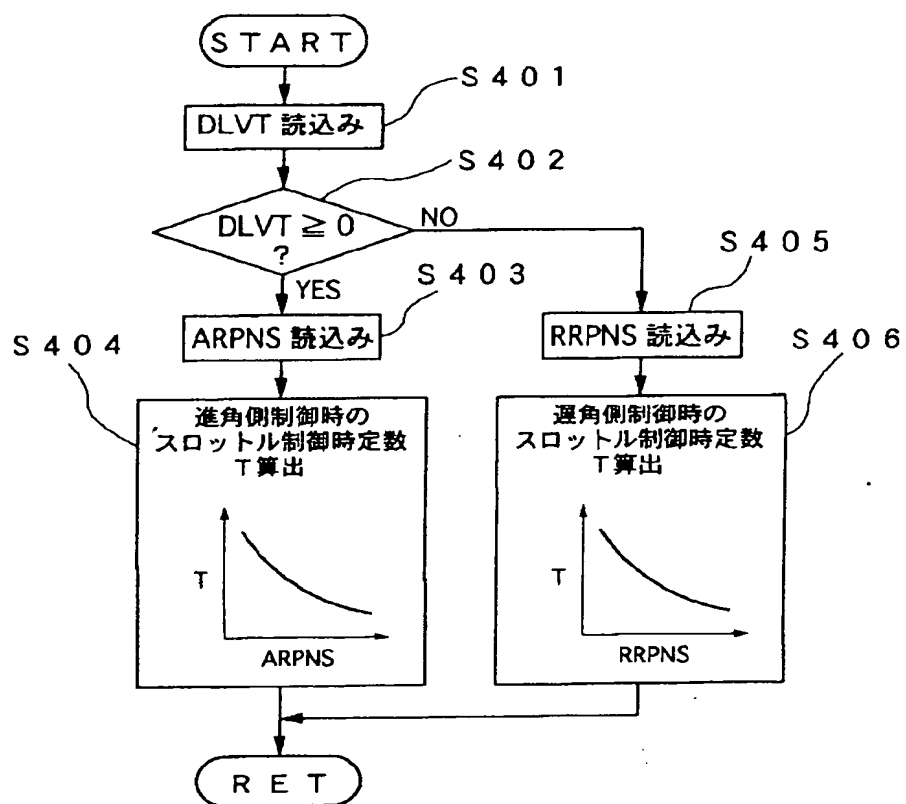
(11)

特開平10-259747

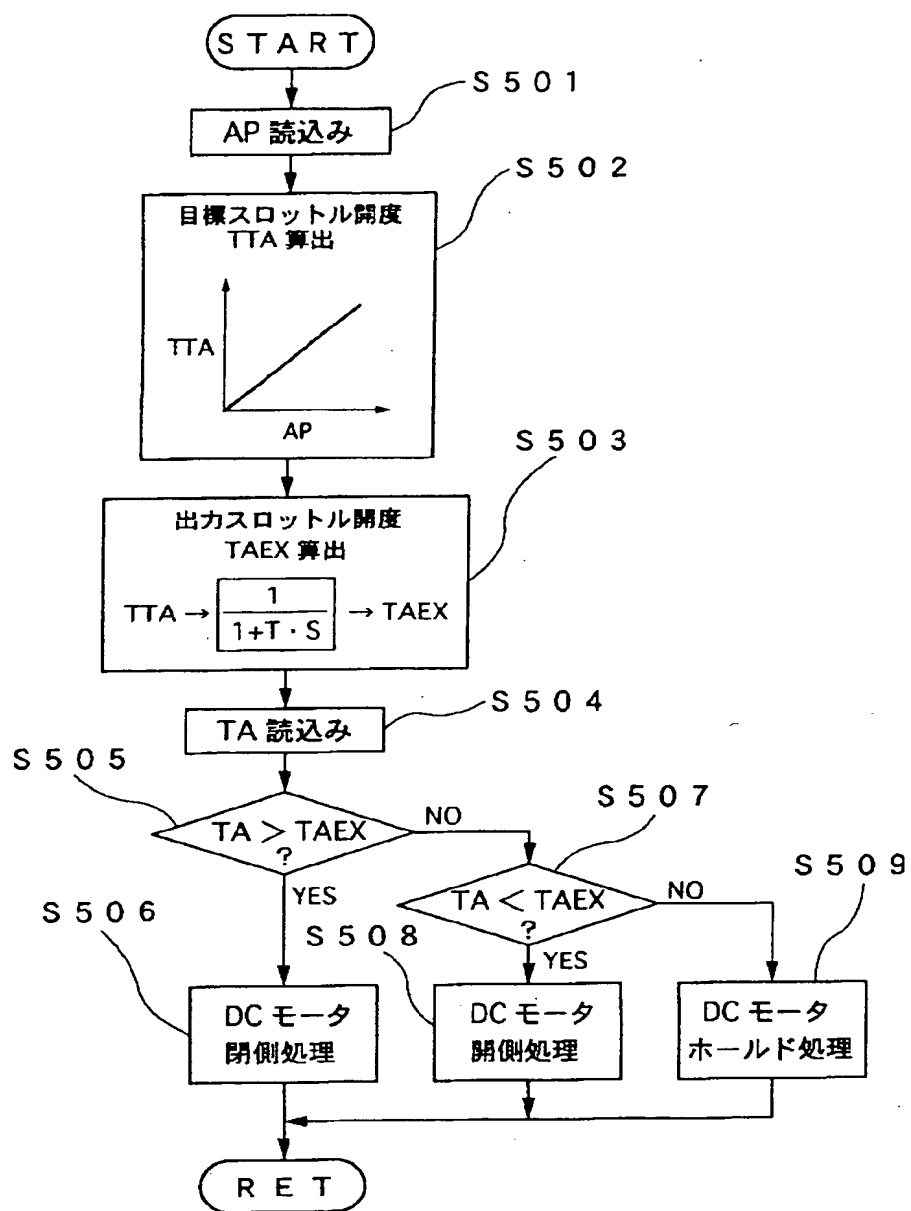
【図7】



【図9】

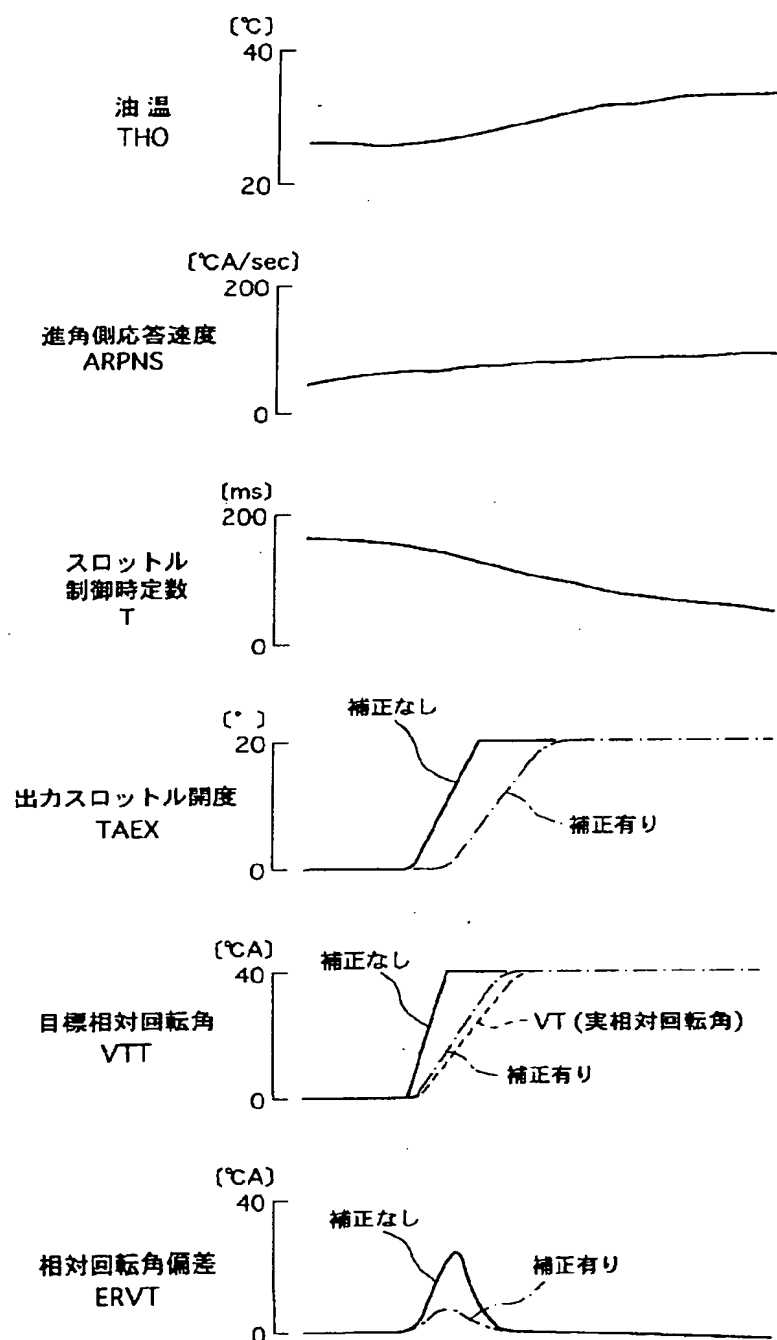


【図10】

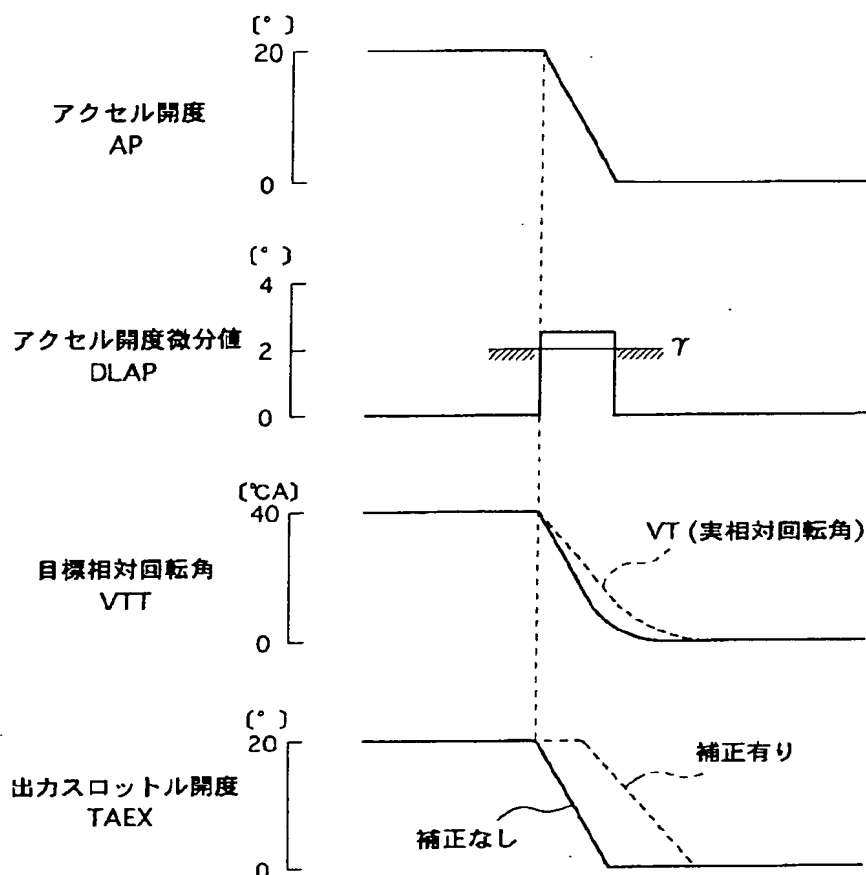




【図11】



【図12】



## 【手続補正書】

【提出日】平成10年3月11日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0014】図2において、ECU20は、周知の中央処理装置としてのCPU21、制御プログラムを格納したROM22、各種データを格納するRAM23、水温センサ3からの冷却水温THW信号、スロットル開度センサ5からのスロットル開度TA信号、吸気量センサ6

からの吸入空気量QA信号、油温センサ7からの油温THO信号及びアクセル開度センサ8からのアクセル開度AP信号の各アナログ信号をディジタル信号に変換するA/D変換回路24、クランク角センサ2からの回転角θ1信号及びカム角センサ4からの回転角θ2信号を波形整形する波形整形回路25、これら各種情報に基づきCPU21で算出される後述のOCVDuty（デューティ比）制御値DOCVに基づく駆動信号IDOCVをOCV9、出力スロットル開度TAEXに基づく駆動信号ITAEXをDCモータ13にそれぞれ出力するための出力回路26からなる論理演算回路として構成されている。

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

F02D 13/02

41/06

識別記号

310

FI

F02D 13/02

41/06

J

310

(16)

特開平10-259747

45/00

312

45/00

312Q